

**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 комбінованого обробітку ґрунту з розробкою
конструкції комплексного агрегату**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-1-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Олександр МАЛЕНИК

Керівник: _____ Наталія ПОНОМАРЕНКО

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**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)

«__» _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Маленику Олександр Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення процесу комбінованого обробітку ґрунту з розробкою конструкції комплексного агрегату

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«__» _____ 2026 року №

2. Строк подання студентом роботи 31.05.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів. 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. 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. 2. Агрегат комбінований ґрунтообробний АКП-3М 3. Батарея голчаста. Лапа плоскоріза. 4. Креслення деталей (вал, диск голчастий, голка подрібнення, голка спущування, кришка, шулька підшипника). 5. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання: 05.03.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 17.03.2026 р.	Виконав
2	Технологічний	до 12.04.2026 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 28.04.2026 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 12.05.2026 р.	Виконав
5	Економічний	до 20.05.2026 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 31.05.2026 р.	Виконав

Студент _____ **Маленик О.С.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Пономаренко Н.О.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.		Найменування	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1				Текстові документи			
2							
3	A4	52ДП.035 000 000 ПЗ		Пояснювальна записка	60		
4							
5				Графічні матеріали			
6							
7				Огляд конструкцій	1	1	
8	A1	52ДП.035000.000.B3		Агрегат комбінований ґрунтообробний АКП-3М. Вид загальний	1	2	
9	A2	52ДП.035002.000.CK		Батарей голчаста. Складальне креслення	1	3	
10	A2	52ДП.035003.000		Лапа плоскоріза	1	3	
11	A4	52ДП.035004.000		Вал	1	4	
12	A3	52ДП.035005.000		Диск голчастий	1	4	
13	A4	52 ДП.035006.000		Диск	1	4	
14	A4	52 ДП.035007.000		Голка подрібнення	1	4	
15	A4	52 ДП.035008.000		Голка спущування	1	4	
16	A4	52 ДП.035009.000		Кришка	1	4	
17	A4	52 ДП.035010.000		Шпулька підшипника	1	4	
18				Техніко-економічні показники впровадження	1	5	
				52ДП. 035 000 000 ПЗ			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Відомість дипломною проекту	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Маленик О.С.			У	1	
Перев.		Пономаренко			ДДАЕУ		
Т. контр.							
Н. контр.							
Затв.		Теслюк Г.В.					

АНОТАЦІЯ

Маленик О.С. Удосконалення процесу комбінованого обробітку ґрунту з розробкою конструкції комплексного агрегату / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2026.

У першому розділі подано розгорнуту виробничо-господарську характеристику ТОВ «Олдрідж Груп», проаналізовано ключові техніко-економічні показники його діяльності та наведено науково-технічне обґрунтування актуальності теми проєкту.

Другий розділ присвячено аналітичному огляду сучасних конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів, де особлива увага приділяється специфіці роботи їхніх робочих органів.

У теоретичній частині визначено об'єкт модернізації та проведено розрахунок базових кінематичних параметрів робочих органів проєктованого комбінованого агрегату.

Четвертий розділ містить комплексний аудит стану охорони праці на підприємстві, а також перелік запропонованих інженерних та організаційних заходів, спрямованих на підвищення безпеки виробничого процесу.

У заключному розділі здійснено розрахунок економічної ефективності від впровадження вдосконаленої конструкції машини та проведено її порівняльний аналіз із базовим аналогом.

Ключові слова: КОМБІНОВАНИЙ ГРУНТООБРОБНИЙ АГРЕГАТ, ЛАПА, ДИСК, БАТАРЕЯ ГОЛЧАСТА, ТОВ «ОЛДРІДЖ ГРУП».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ОЛДРІДЖ ГРУП»	8
1.1. Загальна характеристика господарства.....	8
1.2. Аналіз технології вирощування ячменю	10
1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту	16
2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ГРУНТОЗАХИСНОГО ОБРОБІТКУ	19
2.1. Обґрунтування ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту	19
2.2. Аналіз конструкцій ґрунтообробних знарядь і робочих органів для ґрунтозахисної технології обробітку ґрунту	20
3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ	32
3.1. Обґрунтування об'єкту вдосконалення	32
3.2. Технологічні розрахунки	34
3.2.1. Визначення основних кінематичних характеристик голчастих робочих органів	34
3.2.2. Розрахунок основних кінематичних характеристик голчастого робочого органу для розпушування	37
3.3.3. Розрахунок основних кінематичних характеристик голчастого робочого органу для подрібнення	39
3.3.4. Визначення кількості голок на диску при куті атаки $\alpha = 15^0$	40
3.3.5. Визначення відстані між дисками на валу батареї, установленими під кутом атаки	41
3.3.6. Графоаналітичний і аналітичний методи визначення постановки ріжучої крайки голки на диску	44
3.3.7. Обґрунтування висоти підйому логарифмічної спіралі лобової поверхні зубчастого робочого органа	46
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
4.1. Організація робіт з охорони праці в господарстві	51
4.2. Розробка заходів щодо поліпшення умов і підвищенню безпеки праці	53
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	56
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64
ДОДАТКИ	67

ВСТУП

Актуальність: Комбінований обробіток ґрунту — це прогресивний метод механізації, що дозволяє інтегрувати оранку, культивуацію, боронування та підживлення в один технологічний цикл. Такий підхід мінімізує деградацію ґрунтової структури та оптимізує використання ресурсів.

Мета та завдання: Робота спрямована на модернізацію технічного забезпечення цього процесу через проектування інноваційного комбінованого агрегату. В межах дослідження проведено критичний аналіз наявних аналогів, розроблено оригінальні конструкторські рішення та оцінено їхню практичну ефективність.

Практична цінність: Впровадження розробленого обладнання дозволить агропідприємствам підвищити продуктивність праці, знизити енерговитрати (зокрема на ПММ) та покращити умови роботи персоналу. Це є важливим внеском у сталий розвиток вітчизняного агросектору та зміцнення його позицій на міжнародній арені.

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ОЛДРІДЖ ГРУП»

1.1. Загальна характеристика господарства

Сільськогосподарські угіддя ТОВ «ОЛДРІДЖ ГРУП», основним напрямком роботи якого є вирощування зернової та технічної групи культур, територіально розташовані у с. Настасівка (Томаківський район, Дніпропетровська область). Юридична адреса компанії — місто Дніпро.

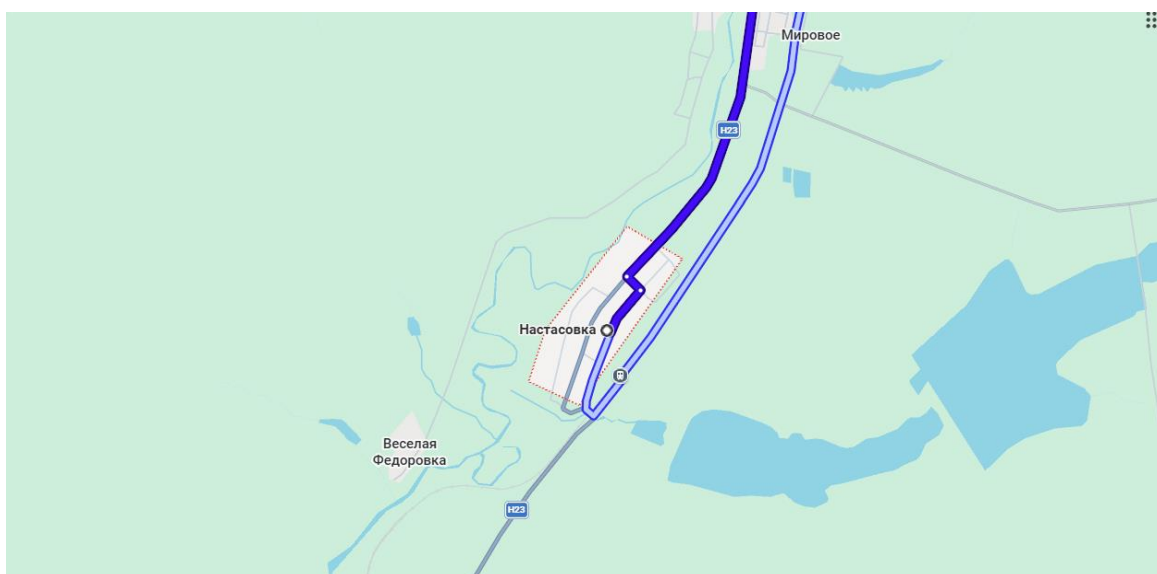


Рис. 1.1. Розташування земель підприємства на карті

Господарство розташоване у зоні помірно-континентального клімату, що є типовим для північного Степу України. Характерними рисами регіону є помірна зима та спекотне літо. Температурний режим формується під впливом сонячної інсоляції.

Зимовий період: середня температура найхолоднішого місяця (січня) становить близько -6°C , проте в окремі роки спостерігаються суворі похолодання до $15-20^{\circ}\text{C}$. Осінні заморозки зазвичай фіксуються у другій декаді жовтня. Літній період: Найтеплішим місяцем є липень із середньодобовими показниками $+25-+27^{\circ}\text{C}$. Гідрологічний режим: Річна кількість опадів коливається в межах 300-400 мм. Такий рівень зволоження є дефіцитним для

інтенсивної вегетації, проте за умови впровадження вологозберігаючих технологій дозволяє отримувати стабільні врожаї зернових, овочевих та технічних культур. Підземні води залягають на глибині 6-9 м і є придатними для господарського використання. Ґрунтовий покрив загальна площа сільськогосподарських угідь підприємства становить 425 га. Територія представлена переважно чорноземами середньо- та важкосуглинкового механічного складу, що сформувалися на карбонатних лесових породах. Агрофізичні властивості: середньо суглинкові ґрунти характеризуються оптимальним водно-повітряним режимом та високою біологічною активністю. Хімічний склад: Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, що є сприятливим для більшості культур. Вміст гумусу: Середній показник становить 4,07% (варіюється від 3,60% до 4,96%), що свідчить про високу природну родючість та значний ступінь окультуреності земель.

1.3. Земельний фонд та матеріальні ресурси. Трансформація угідь. Земельний масив господарства розподілений на категорії залежно від природних властивостей та напрямів експлуатації. Структура угідь є динамічною: внаслідок процесів трансформації призначення окремих ділянок може змінюватися для оптимізації землекористування. Поточний стан розподілу земель представлено в табл. 1.1.

Оборотні фонди. Для забезпечення безперервного виробничого процесу підприємство володіє оборотними активами, які включають: виробничі запаси: посівний матеріал, добрива, пально-мастильні матеріали (ПММ), запчастини та сировину. Незавершене виробництво: витрати на поточні польові роботи та ремонтні операції в майстернях. Фонди обігу: готова продукція, призначена для реалізації.

Таблиця 1.1

Склад земель ТОВ «Олдрідж Груп»

Найменування	Площа, га	Частка, %
Вся територія господарства	425	100
С.г. угідь всього	420	98,8
З них ріллі	420	98,8
Ліси, чагарники	1,3	0,3

Дороги, будівлі, водойми	2,2	0,5
Багаторічні насадження	1,5	0,4
Культури		
зернові, зернобобові	320	75,3
просапні	100	23,5

ТОВ «Олдрідж Груп» в достатній мірі забезпечене технікою, що впливає позитивно на строки проведення робіт і правила експлуатації технічних засобів. Наявні технічні засоби приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Машинно-тракторний парк господарства

Марка	Кількість
<u>Трактори:</u>	
МТЗ-82	2
ЮМЗ-6Л	2
<u>Комбайни:</u>	
John Deere 9500	1
Claas Lexion 480	1
<u>Сівалки:</u>	
СЗ-3,6	2
Vesta 8	1
<u>Плуги:</u>	
ПЛН-3-35	2
<u>Грунтообробна техніка:</u>	
АКП-3	1
БЗСС-1	10
КРН-4,2	1
БДН-3,15	1
<u>Оприскувачі:</u>	
ОП-2000-2-01	1

1.2 Аналіз технології вирощування ячменю

Озимий ячмінь критично чутливий до якості попередньої культури. У зоні Правобережного Лісостепу з нестійким зволоженням найкращі результати забезпечують:

Оптимальні: зайняті пари (однорічні та багаторічні трави), озимі на зелений корм, горох та ранні сорти картоплі.

Допустимі: кукурудза на зелений корм.

Гірші: зернові колосові та кукурудза на силос (особливо за умов дефіциту вологи в серпні-вересні).

Використання парозаймаючих культур (жито, вико-вівсяні сумішки, буркун) дозволяє не лише очистити поле від бур'янів без застосування гербіцидів, а й накопичити значну кількість органічної маси (понад 80 ц/га решток), що поліпшує структуру ґрунту.

Сучасна концепція підготовки ґрунту базується на відмові від шаблонної оранки та переході до диференційованого обробітку. Вибір знаряддя (полицеве, безполицеве або дискове) залежить від попередника:

Після трав та стерньових попередників: проводиться лущення дисковими знаряддями (8–10 см) з наступною оранкою. Оптимальна глибина під озимий ячмінь — 20–22 см (після багаторічних трав — 25–30 см). Для цього використовують агрегати типу ПЛН-5-35 або ПЧЯ-4-40 у зв'язці з тракторами класу Т-150К.

Фінішна підготовка: обов'язкове застосування котків (ЗККШ-6А, ЗКВГ-1,4) та комбінованих агрегатів (РВК-3,6) для вирівнювання поверхні. Посівний шар має бути дрібногрудкуватим (80% часток розміром до 1,5 см).

Після кукурудзи на силос: доцільним є поверхневий обробіток дисковими знаряддями у двох напрямках (глибина 4–6 см) одразу після збирання культури.

Озимий ячмінь потребує нейтрального середовища (рН 6,5–7,3). Винос елементів на 1 ц зерна становить: N — 3,5 кг; P — 1,1–1,35 кг; K — 2,4–3,3 кг.

Основне внесення: Фосфорно-калійні добрива вносять під основний обробіток. Це стимулює розвиток кореневої системи та накопичення цукрів, що підвищує морозостійкість.

Весняне підживлення: Оскільки нітрифікаційні процеси в ґрунті активуються лише при $+6^{\circ}\text{C}$, ранньовесняне внесення азоту є критичним для диференціації колоса (ІІІ етап органогенезу).

Дозування: * Після бобових та трав: 60–90 кг/га д.р. азоту.

Після кукурудзи та зернових: 90–120 кг/га д.р. азоту.

Примітка: Перевищення цих норм недоцільне, оскільки воно не дає приросту врожаю, але знижує економічну ефективність виробництва.

Своєчасна сівба є фундаментом формування зимостійкості та стійкості до фітофагів. Головна мета — отримати дружні сходи в оптимальні агротехнічні строки, що гарантує успішне кушіння рослин до початку зими. На появу сходів озимого ячменю впливають температура повітря та його вологість. Мінімальна температура проростання насіння в ґрунті $1 - 2^{\circ}\text{C}$, оптимальна — $24...28^{\circ}\text{C}$, максимальна — $36...38^{\circ}\text{C}$. За оптимальної температури сходи з'являються на 7 – 8-й день. Між температурою повітря та строками появи сходів існує тісний обернений взаємозв'язок (коефіцієнт кореляції в середньому становить 0,752). Регресивний аналіз показує, що при підвищенні середньодобової температури повітря на 1°C тривалість періоду сівба – сходи зменшується на 0,7 дня. Щоб мати дружні сходи, за даними Миронівського інституту ячменю, сума ефективних температур має становити 141 ± 5 .

Насіння ячменю добре проростає при вологості орного шару ґрунту, близькій до найменшої польової вологоємкості ($24,9\%$ або 60 мм).

Несвоєчасна сівба чи несприятливі погодні умови восени призводять до того, що на час закінчення періоду осіннього розвитку рослини слабо розкущені. Краще зимують посіви, на яких до припинення осінньої вегетації у рослин утворилося по 2 – 3 синхронно розвинених стебла. На період сходи –

кущіння озимій ячменю необхідно 231 ± 16 °С ефективних температур. На ранніх серпневих посівах сума температур досягає 260...300 °С і рослини пошкоджуються скрито стебловими, підгризаючими та іншими шкідниками .

При ранніх строках сівби створюються кращі умови для росту і перезимівлі зимуючих бур'янів (талабану, грициків, сухоребрика, фіалки польової і триколірної та ін.). Навесні, коли ячмінь кущиться, бур'яни переростають її і пригнічують. При цьому елементи живлення і вода витрачаються непродуктивно. Зимостійкість перерослих рослин знижується внаслідок переходу конусу наростання головних стебел до третього етапу органогенезу.

Перезимівля озимого ячменю пізніх строків сівби, а також стан її навесні визначаються метеорологічними умовами і значною мірою періодом відновлення весняної вегетації. При ранньому відновленні вегетації протягом тривалого періоду утримується дощова прохолодна погода, під час якої коріння відростає інтенсивніше, утворюється добре розвинена вторинна коренева система, ячмінь кущиться і формує високий врожай. При пізньому відновленні вегетації та інтенсивному наростанні плюсових температур верхній шар ґрунту (0...3 см) швидко пересихає, тому в нерозкущеної ячменю вторинна коренева система майже не утворюється, а первинна не може забезпечити рослини вологою, яка витрачається на транспірацію. Тому такі посіви зріджуються .

Надлишок ґрунтової води більший найменшої польової вологоємкості негативно відображається на швидкості з'явлення сходів. Несприятливі погодні умови восени, як і несвоєчасний посів, призводять до того, що озимий ячмінь закінчує період розвитку слабо розкущеною або перерослою.

Ознакою, що визначає оптимальний осінній стан ячменю, може служити кущистість її до початку припинення осінньої вегетації.

Норма висіву багато в чому залежить від попередника. Добрива також значною мірою впливають на густоту ячменю і її життєздатність.

При сприятливих умовах зволоження глибина посіву не повинна перевищувати глибину закладання вузла кущіння, яка в більшості випадків

складає 3 – 4 см. В посушливу погоду глибину загортання слід збільшувати, висіваючи насіння тільки в вологий ґрунт. Глибоко висіяне насіння нерационально витрачає поживні речовини на подолання опору товщини ґрунту при проростанні. Мілко висіяне насіння скоріше проростає та кущиться, утворюючи синхронно розвинуті пагони. Однак при мілкому загортанні насіння можливе пересихання насіннєвого шару ґрунту, що зумовлює зрідженість сходів. Крім того незначна глибина формування вузла кущіння знижує стійкість ячменю проти дії низьких температур.

Найпоширенішим способом сівби є звичайний рядковий з міжряддям 15 см, інколи застосовують вузькорядний, перехресний, перехресно-діагональний, безрядковий, розосереджений, борозенчастий та ін. Рівномірне розміщення насіння забезпечує безрядковий розкидний спосіб та сівба сівалками точного висіву з анкерними сошниками. Ці способи забезпечують певну економію насіння, більш рівномірний розвиток рослин, що загалом підвищує врожайність. За даними кафедри рослинництва Національного аграрного університету України, розосереджений спосіб сівби дає змогу довести норму висіву ячменю до 8 млн. схожих насінин на 1 га і відповідно забезпечує приріст врожаю на 6 – 8 ц/га.

Сівбу проводять сівалками СЗ-3,6 в агрегаті з тракторами МТЗ-80, ЮМЗ-6АЛ або більш енергонасиченими тракторами, такими як Т-150, Т-150К, застосовуючи зчіпку СП-11.

Догляд за посівами. Після сівби озимого ячменю поле коткують кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6А в агрегаті з тракторами МТЗ – 80, ЮМЗ – 6АЛ, МТЗ - 82. Цей захід підвищує врожайність зерна на 2 ц/га. На важких ґрунтах, які схильні до запливання, доцільно проводити допосівне коткування, щоб узимку посіви не пошкоджувалися льодяною кіркою.

Важливою складовою догляду за посівами ячменю є інтегрована система захисту посівів від шкідників і хвороб.

Отже, в системі інтегрованого захисту ячменю від шкідників, хвороб і бур'янів треба надавати перевагу біологічним та агротехнічним заходам:

розробляти раціональні системи удобрення, вирощувати стійкі до хвороб і шкідників сорти, підвищувати активність ентомофагів, проводити правильний обробіток ґрунту, зокрема зяблевий, здійснювати суворий насіннєвий контроль, додержувати строків сівби ячменю, застосовувати біологічний метод боротьби проти озимої совки та мишовидних гризунів, створювати щільний стеблостій.

Збирання врожаю. Підраховано, що втрати врожаю при збиранні складають в середньому біля 10%, а на високоврожайних масивах значно більше. Чітка організація при збиранні врожаю, проведення її в стислі, правильно вибрані строки і способи на половину та більше зменшує втрати.

Максимум біологічного врожаю озимий ячмінь формує до середини воскової стиглості зерна і його рівень підтримується не більше семи днів. В подальшому із-за почергового підсихання та зволоження витрати речовин на дихання вага зерна зменшується. Тому збирання озимого ячменю протягом цих семи днів є єдиним способом усунення втрат біологічного врожаю. Щоб призупинити втрати маси зерна, за 4...5 днів до початку масового збирання двофазним способом. До скошування в валки приступають при досягненні середини воскової стиглості зерна, за 4 – 5 днів до початку масового збирання однофазним способом. Вологість зерна на початку скошування не повинна перевищувати 35...40%.. Вологі та полегли хліба скошують переважно жатками ЖРБ-4,2, ЖРС-4,2 та ЖВС-6.

Початок збиральної стиглості визначають також іншими способами. Врожай зерна озимого ячменю та його якість залежать від тривалості знаходження скошеного хліба у валках, тому вона не повинна перевищувати трьох днів. Крім того, тривале знаходження хлібів у валках призводить до суттєвих втрат врожаю. Період збирання ячменю має тривати 8...12 днів .

1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту

Вибір теми дипломного проекту зумовлено кількома важливими факторами, що визначають її актуальність та практичну значущість у сучасному аграрному виробництві.

По-перше, сучасне сільське господарство стикається з низкою викликів, серед яких головними є підвищення врожайності та ефективності використання ресурсів. Традиційні методи обробітку ґрунту, що включають окремі етапи оранки, культивації, боронування та внесення добрив, потребують значних витрат часу, палива та робочої сили. Це негативно впливає на собівартість сільськогосподарської продукції та конкурентоспроможність аграрних підприємств.

По-друге, зменшення кількості проходів техніки по полю знижує ущільнення ґрунту, що є важливим чинником для збереження його родючості та структури. Комбінований обробіток ґрунту дозволяє одночасно виконувати кілька технологічних операцій, що сприяє зменшенню негативного впливу на ґрунт і збереженню його екологічної стійкості.

По-третє, розробка нових конструкцій комбінованих агрегатів відповідає сучасним тенденціям технічного прогресу в аграрній сфері. Інноваційні рішення в механізації обробітку ґрунту дозволяють підвищити продуктивність праці, надійність техніки та її економічність. Це особливо важливо в умовах обмежених ресурсів та необхідності адаптації до кліматичних змін.

По-четверте, впровадження удосконалених комбінованих агрегатів сприяє зниженню витрат на технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. Багатофункціональні агрегати дозволяють скоротити парк техніки, що зменшує витрати на її утримання та експлуатацію.

Окрім цього, удосконалення процесу механізації комбінованого обробітку ґрунту має позитивний вплив на екологічну безпеку сільськогосподарського виробництва. Зменшення кількості проходів техніки

знижує викиди шкідливих речовин у атмосферу, а оптимізація використання добрив та засобів захисту рослин сприяє збереженню природних ресурсів і біорізноманіття.

Зважаючи на вищезазначене, обрана тема дипломного проекту є актуальною та своєчасною. Вона спрямована на вирішення важливих завдань підвищення ефективності та екологічної стійкості сільськогосподарського виробництва, що є ключовими для розвитку аграрного сектора України та забезпечення його конкурентоспроможності на світовому ринку.

2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ГРУНТОЗАХИСНОГО ОБРОБІТКУ

2.1 Обґрунтування ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту

Переваги безплужного обробітку Впровадження безплужного землеробства суттєво спрощує реалізацію ґрунтозахисних заходів. Безполицевий обробіток із залишенням стерні та рослинних решток на поверхні (мульчуванням) демонструє високу ефективність не лише на схилах, а й на рівнинних ділянках. Такий підхід усуває потребу в диференціації обробітку залежно від рельєфу: єдина ґрунтозахисна технологія застосовується на всій площі поля, а на ерозійно небезпечних схилах вона лише додатково підсилюється щільуванням.

Особливості системи удобрення Важливою складовою технології є адаптована система удобрення. При переході на безполицевий обробіток інтенсивність мінералізації гумусу знижується. Це позитивно впливає на збереження родючості, проте в перші роки трансформації може виникнути дефіцит доступного азоту. Цей фактор необхідно враховувати та компенсувати внесенням додаткових доз азотних добрив на початкових етапах освоєння технології.

Захист рослин та фітосанітарний стан Питання контролю забур'яненості, шкідників та хвороб при відмові від оранки залишається предметом наукових дискусій. Проте сучасний виробничий досвід доводить, що за умови системного підходу боротьба з бур'янами при безполицевому обробітку може бути навіть ефективнішою, ніж при щорічному використанні плуга. Ключовим фактором успіху тут є наявність парку спеціалізованих машин і знарядь, адаптованих під роботу з мульчею.

Роль сівозміни та чергування культур При застосуванні безполицевих технологій критично зростає значення науково обґрунтованої сівозміни. Тривале беззмінне вирощування зернових культур по стерньових попередниках

без оранки може призвести до зниження врожайності через накопичення патогенів та специфічних бур'янів. Оптимальним рішенням є використання сівозмін із високою часткою зернових (60–80%), але з обов'язковим чергуванням культур, що виключає посів зернових по зернових (стерньових попередниках).

2.2 Аналіз конструкцій ґрунтообробних знарядь і робочих органів для ґрунтозахисної технології обробітку ґрунту

Класифікація та призначення робочих органів

У системі ґрунтозахисного землеробства робочі органи класифікують за глибиною та функціональним призначенням на дві основні групи:

Для поверхневого обробітку: До них належать дискові знаряддя з плоскими дисками та голчасті робочі органи. Їхня задача — вирівнювання мікрорельєфу поля, подрібнення брил та розпушування верхнього шару із максимальним збереженням стерньового фону.

Для основного обробітку: Сюди відносяться чизельні плуги, плоскорізні знаряддя та корпуси безполицевого типу, що забезпечують глибоке розпушування без обертання пласта.

Окрему увагу в сучасних технологіях приділяють ротаційним робочим органам (рис. 2.1), які демонструють високу ефективність завдяки інтенсивній дії на ґрунт при низьких енерговитратах. Зокрема, значний науковий інтерес становить борона типу «Ханкмо» (рис. 2.1, а). Дане знаряддя є багатофункціональним і застосовується для:

лущення стерні та обробітку пласта багаторічних трав;

створення мульчувального шару;

ранньовесняного закриття вологи та фінішної передпосівної підготовки.

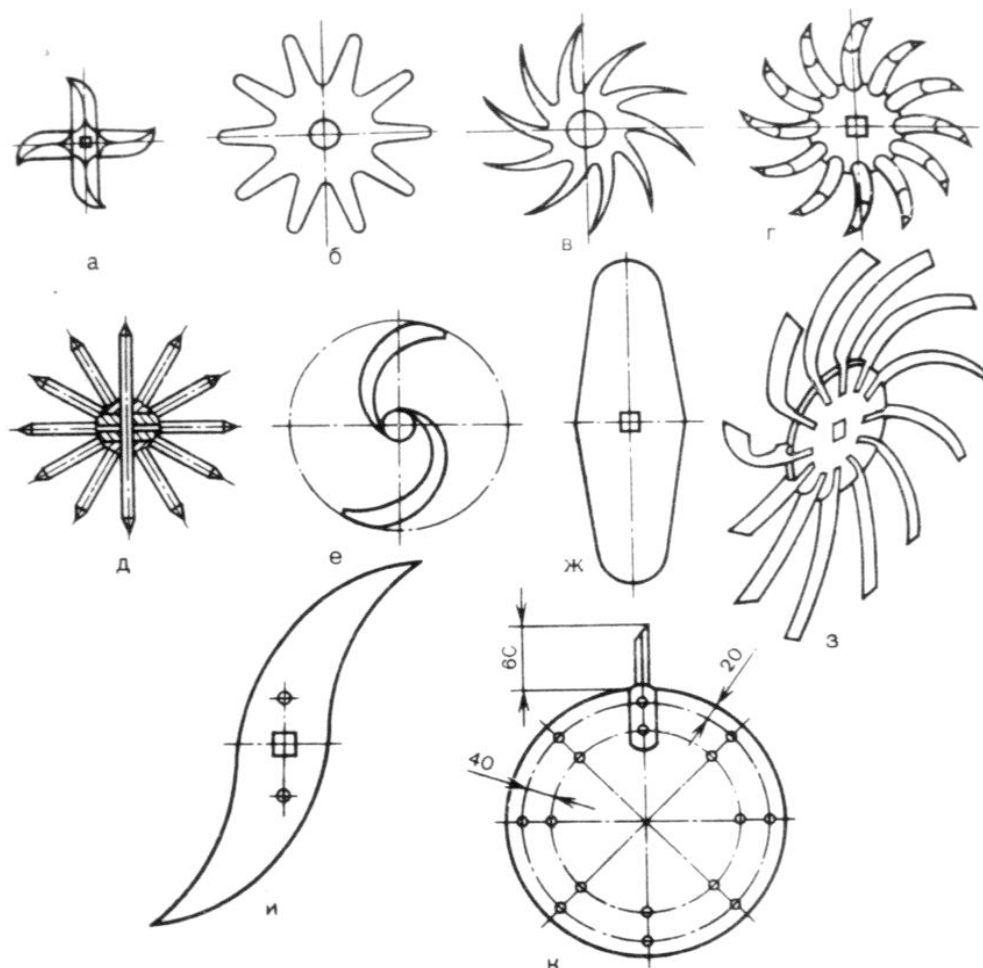


Рис. 2.1 - Ротаційні та голчасті робочі органи машин та знарядь:

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; к – диск з голчастими ґрунтозачепами

Зірочки (рис. 2.1.б,в) одержали широке поширення для обробки посівів просапних і зернових культур, раннього весняного боронування посівів зернових і боротьби з кіркою. Заслуговує на особливу увагу голчастий диск (рис. 2.1 г), який використовують у боронах БИГ-3, БМШ-15 і БМШ-20. Незважаючи на наявні недоліки, ці диски одержали дуже широке поширення, як у нашій країні, так і за кордоном, особливо в комбінованих машинах.

Робочий орган (рис. 3.1 д) є інтерпретацією голчастого диска, розробленого в УНДІМЕСГ нечорноземної зони для руйнування великих грудок ґрунту.

Аналогічним робочим органом є робочий орган чизель-ротора (рис. 3.1

и). Якщо зафіксувати такий робочий орган, то він може працювати як культиватор. У вільному обертанні, як ротор, забезпечуючи руйнування великих глиб ґрунту.

Робочі органи (рис. 2.1 е, з) зі складною конфігурацією на сьогоднішній день знаходяться в стадії іспиту. В той же час, вони можуть бути широко використані для знищення бур'янів, закладення органічних і мінеральних добрив.

Робочий орган дискозубової борони (рис.2.1 к) також знаходиться в стадії іспиту, однак уже розроблене пристосування на базі конічної дискозубової борони. З метою ліквідації борозенок усі крайні диски зменшені в діаметрі.

Агрегат ґрунтообробний АКМ-3 використовують для підготовки ґрунту під посів одразу після збирання без обороту пласта, догляд за паром, передпосівної підготовки та культивацію під ярі та просапні культури (рис. 2.2).

Призначені для суцільної обробки ґрунту на глибину 10-21 см з одночасним виконанням наступних операцій: підрізання бур'янів, розпушування, подрібнення грудок та пожнивних залишків, мульчування, ущільнення та вирівнювання ґрунту.

Конструктивні особливості агрегату дозволяють за один прохід реалізувати повний цикл передпосівної підготовки, що включає:

Дисковий обробіток: поверхнєве розпушування сферичними робочими органами на глибину 6-10 см;

Плоскорізне підрізання: основний обробіток пласта без винесення нижніх шарів на поверхню (глибина 10-21 см);

Крошіння та сепарацію: інтенсивне подрібнення грудок голчастими котками;

Фінішне вирівнювання: ущільнення посівного ложа на глибині 3-5 см спеціалізованими котками-вирівнювачами.

У результаті формується трирівнева структура ґрунтового профілю з оптимальними фізико-механічними властивостями:

Посівний горизонт (нижній): складається з агротехнічно цінних агрегатів, що утримують вологу на рівні понад 18%, створюючи ідеальні умови для проростання насіння.

Аераційний шар (середній): характеризується високою шпаруватістю, що забезпечує активний газообмін та стимулює аеробні мікробіологічні процеси.

Мульчувальний шар (верхній): виконує роль захисного екрана, який мінімізує конвекційно-дифузійні втрати вологи та підтримує стабільний гідротермічний режим для функціонування всієї біоти ґрунту.



Рис. 2.2. Агрегат ґрунтообробний АКМ-3

Агрегати ґрунтообробні комбіновані серії AGK призначені для обробітку ущільнених ґрунтів, знищення бур'янів і подрібнення рослинних залишків після збирання грубостеблевих просяних культур, а також для основного обробітку і підготовки ґрунтів для посіву за технологією Mini-Till (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Комбінований ґрунтообробний агрегат АГК-3 (Veles Agro)

Запропоноване технічне рішення базується на використанні дводискових секцій, змонтованих на **індивідуальних підпружинених стійках**. Робочі органи розташовані у два ряди з міжряддям 1300 мм та відстанню між суміжними дисками 250 мм. Оптимальне просторове орієнтування дисків (кут атаки — **15°**, кут нахилу — **6°**) гарантує суцільне підрізання бур'янів та інтенсивну гомогенізацію ґрунтової маси. Така геометрія розстановки запобігає забиванню міжрядного простору рослинними рештками навіть на сильно засмічених агрофонах, забезпечуючи при цьому зниження тягового опору на **15–20%** відносно серійних аналогів.

Динаміка роботи ріжучого вузла характеризується здатністю підпружинених стійок плавно оминати перешкоди. Низькочастотні автоколивання, що виникають під час руху, сприяють **ефекту самоочищення** дисків від налипання вологого ґрунту та намотування рослинних залишків.

Результатом проходу комбінованого агрегату серії АГК є вирівняна та належним чином ущільнена поверхня поля з якісним **мульчувальним шаром**, який надійно захищає родючий горизонт від дефляції, ерозії та неконтрольованого випаровування вологи.

Причіпний культиватор (компактор) «Компакт» АКПК-3 підготує ґрунт до сівби по зоряному полю. Один прохід агрегату забезпечує ідеально підготовлений ґрунт для посіву (рис. 2.4).

Насіннєве ложе і вирівняний дрібно грудочкуватий посівний шар ґрунту створюється завдяки оптимальному поєднанню у машині стрічастих лап, планкових та кільчасто-шпорових котків.



Рис. 2.4. Причіпний культиватор АКПК-3

Технологічні особливості та регулювання агрегату

Налаштування глибини ходу робочих органів здійснюється шляхом зміни положення стрічастих лап відносно опорних поверхонь передніх планчастих та задніх кільчасто-шпорових котків. Багаторядне розміщення лап на рамі культиватора гарантує стабільність глибини обробітку та запобігає забиванню міжболотового простору рослинними рештками.

Використання даного агрегату забезпечує формування оптимального насіннєвого ложа, що є критичним фактором для отримання рівномірних сходів. Поєднання декількох технологічних операцій за один прохід мінімізує кількість виїздів техніки на поле, що призводить до:

- **Зниження переущільнення ґрунту** (збереження його структури);
- **Ефективної акумуляції вологи** у посівному шарі;
- **Скорочення енергетичних та фінансових витрат** на передпосівну підготовку.

Послідовність технологічного впливу:

1. **Передня вирівнювальна планка:** нівелює мікрорельєф ріллі.

2. **Передній планчастий каток:** здійснює первинне подрібнення грудок.
3. **Основна секція стрілочастих лап:** розпушує ґрунт після оранки, забезпечуючи його аерацію та інтенсивне прогрівання.
4. **Задні котки (різних типів):** виконують фінішне кришення та ущільнення ґрунту (рис. 2.5).

Агрегатування передбачено з тракторами потужністю від **90 к.с.** (клас тяги 1.4 та вище).



Рис. 2.5. Послідовність операцій АПКП-3:

*1 – розпушувач; 2 – пластина передньої волокуші; 3 – передній каток;
4 – робоча секція; 5 – Пластина середньої волокуші; 6 – подвійний Crosskill
каток; 7 – задній фінішний каток.*

Причіпна машина **Ceus-2TX** розроблена для комплексного обробітку ґрунту в умовах інтенсивного рослинництва. Агрегат здатний виконувати як поверхневий стерньовий обробіток, так і глибоке чизелювання. Завдяки високій прохідності робочих органів, він є оптимальним рішенням для господарств, що мають справу з великим обсягом органічних залишків, гарантуючи створення якісного насінневого ложа (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Причіпний комбінований агрегат Ceus-2TX (Amazone)

Функціональні та конструктивні особливості комбінованих знарядь

Агрегат забезпечує високу ефективність завдяки інтеграції декількох робочих зон в один технологічний цикл. Фронтальні батареї вирізних дисків (510 мм) здійснюють поверхневий обробіток на глибину 14 см. Розташовані за ними стійки системи **C-Mix-Super** забезпечують глибоке розпушування до 30 см, причому їхнє заглиблення створює додаткове притискне зусилля, що інтенсифікує різальну здатність дискових секцій.

Надійність роботи на важких ґрунтах гарантується пружинним запобіжним механізмом із зусиллям спрацювання понад **600 кг** та ходом стійки до **30 см**. У разі перевищення цього ліміту передбачено додатковий захист через зрізний болт. Гнучкість технології забезпечується можливістю швидкої заміни робочих наконечників залежно від типу операції.

Структурно агрегат поділений на чотири функціональні секції:

1. **Дискова група:** два ряди зубчастих сферичних дисків із можливістю механічного або гідравлічного регулювання глибини.
2. **Культиваторна група:** три ряди стійок C-Mix із комбінованим захистом від перевантажень.
3. **Вирівнювальна група:** ряд дисків або пластин (за вибором), що нівелюють поверхню.
4. **Фінішна група:** важкий коток для зворотного ущільнення.

Аналогічні задачі з передпосівної та основної підготовки вирішує агрегат **АКГ-3** (рис. 2.7). Він забезпечує збереження понад **80% мульчувального шару**, що ефективно запобігає водно-вітровій ерозії та десикації (пересиханню) ґрунту. Особливістю конструкції АКГ-3 є система копіювання рельєфу та централізоване гвинтове регулювання глибини обробітку лап. Наявність чистиків на котках гарантує стабільну роботу машини за умов підвищеної вологості ґрунту.



Рис. 2.7. Комбінований ґрунтообробний агрегат АКГ-3 (Уманьферммаш)

Призначення та енергозабезпечення Напівпричіпний паровий культиватор **КПН-3** (рис. 2.8) є універсальним знаряддям, спроектованим для якісного поверхневого обробітку ґрунту на глибину до **15 см**. Агрегат ефективно виконує завдання з догляду за парами, передпосівної культивації та знищення бур'янів. Оптимальними тяговими засобами для даної моделі є трактори класу **1.4** (потужністю **80–100 к.с.**), що робить його затребуваним у господарствах із середнім технічним парком.

Конструктивні особливості та мобільність Однією з ключових переваг конструкції є секційна рама. Робочі секції та напіврами інтегровані з центральною рамою за допомогою **шарнірних з'єднань**. Така схема забезпечує компактність агрегату в транспортному положенні, дозволяючи оперативно складати бічні елементи для зменшення габаритної ширини, що критично

важливо під час переміщення дорогами загального користування та вузькими польовими проїздами.

Гідравлічна система та якість обробітку Ходова частина культиватора представлена колісною підвіскою на пневматичних шинах, яка також має шарнірне кріплення до основної рами. Керування положенням шасі (підйом та опускання) здійснюється за допомогою **гідравлічної системи** трактора. Унікальність кінематичної схеми полягає в тому, що в робочому положенні опорні колеса піднімаються над поверхнею поля. Це дозволяє повністю усунути ущільнення ґрунту колісною колією агрегату, забезпечуючи рівномірну структуру посівного шару по всій ширині захвату.



Рис. 2.8. Культиватор паровий напівпричіпний КПН-3 (Промінь «ІСМ»)

Технологічний процес та конструктивні переваги культиватора КПН-3

Особливості експлуатації та налаштування Для досягнення максимальної якості підготовки ґрунту культивація здійснюється під кутом до напрямку попереднього обробітку. Стабільність ходу агрегату забезпечується опорою на передні копіювальні колеса та задні прикочувальні котки. Точне регулювання глибини обробітку реалізовано за допомогою гвинтових механізмів, які дозволяють індивідуально виставляти положення опорних елементів, гарантуючи рівномірність обробки по всій ширині захвату.

Компонування робочих органів Робочі органи (стрілчасті лапи) розміщені у три ряди на центральній рамі, напівпрамах та бокових секціях. Така розстановка забезпечує повне перекриття зони обробітку («слід у слід»), що унеможливорює появу необроблених смуг. Збільшена відстань між стійками, порівняно з традиційними паровими культиваторами, запобігає забиванню міжболотового простору кореневою системою бур'янів та поживними рештками, що підвищує продуктивність на засмічених агрофонах.

Фінішна підготовка та збереження вологи Встановлений за секцією лап планчастий коток виконує інтенсивне крошіння скиби та руйнування ґрунтових агрегатів. Сформований на поверхні мікрорельєф виконує роль захисного мульчувального шару, що суттєво знижує інтенсивність конвекційно-дифузійного випаровування вологи та запобігає утворенню ґрунтової кірки.

Висновки по розділу.

Надійність конструктивних вузлів у вищезгаданих машин. Висока експлуатаційна надійність агрегату зумовлена наступними рішеннями:

- Підшипникові вузли: Використання закритих самоцентрованих підшипників у опорах котків нівелює ризики перекосів при роботі на нерівному рельєфі та під час перевантажень, що значно подовжує ресурс вузла.
- Стійки робочих органів: Виготовлені з високоміцної низьколегованої сталі з наступним термічним гартуванням. Для захисту від випадкових ударних навантажень (зустріч із камінням чи корінням) кожна стійка оснащена запобіжним зрізним болтом.

Техніко-економічна ефективність впровадження:

1. Фітосанітарний ефект: Суцільне підрізання кореневої системи бур'янів із подальшим винесенням їхніх залишків на поверхню для повного висихання.

2. Продуктивність: Поєднання значної ширини захвату та високої мобільності при переході з транспортного в робоче положення дозволяє скоротити терміни польових робіт.

3. Ресурсозбереження: Зниження питомих витрат пального та трудовитрат за рахунок оптимальної геометрії робочих органів, що формують якісне насіннєве ложе за один прохід.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ

3.1 Обґрунтування об'єкту вдосконалення

Проведений аналіз господарської діяльності підприємства, агротехнічних особливостей підготовки ґрунту та сучасних технологій вирощування ячменю свідчить про те, що попри значне різноманіття наявних засобів механізації, проблема якісної передпосівної підготовки ґрунту залишається надзвичайно актуальною. Існуючі технічні рішення не завжди повною мірою задовольняють сучасні агротехнічні вимоги, особливо в умовах нестійкого зволоження.

Для розв'язання поставленої задачі пропонується **модернізація комбінованого ґрунтообробного агрегату АКП-3**, спрямована на принципове вдосконалення технологічного процесу. На відміну від базових моделей (АКП-2,5 та АКП-3), які традиційно комплектуються дисковими батареями, у запропонованій конструкції передбачено наступні інноваційні зміни:

1. **Впровадження голчастих робочих органів:** Замість дискових секцій встановлюються голчасті модулі, що забезпечують ефективне розпушування ґрунту по стерньовому фону без інтенсивного перевертання пласта, що сприяє збереженню вологи.
2. **Адаптація біонічних робочих органів:** Традиційні плоскорізні лапи пропонується замінити на спеціалізовані **зубові робочі органи**, розроблені науковцями нашої академії. Конструкція цих органів базується на принципах біоніки (за аналогією з будовою лапи крота). Таке геометричне рішення дозволяє досягти максимально високого ступеня крошіння ґрунту при мінімальному енергетичному опорі, забезпечуючи формування ідеального насінневого ложа.

Запропонований комплекс модернізації дозволить створити універсальне знаряддя, що поєднує високу агротехнічну якість обробітку із принципами енерго- та ресурсозбереження.

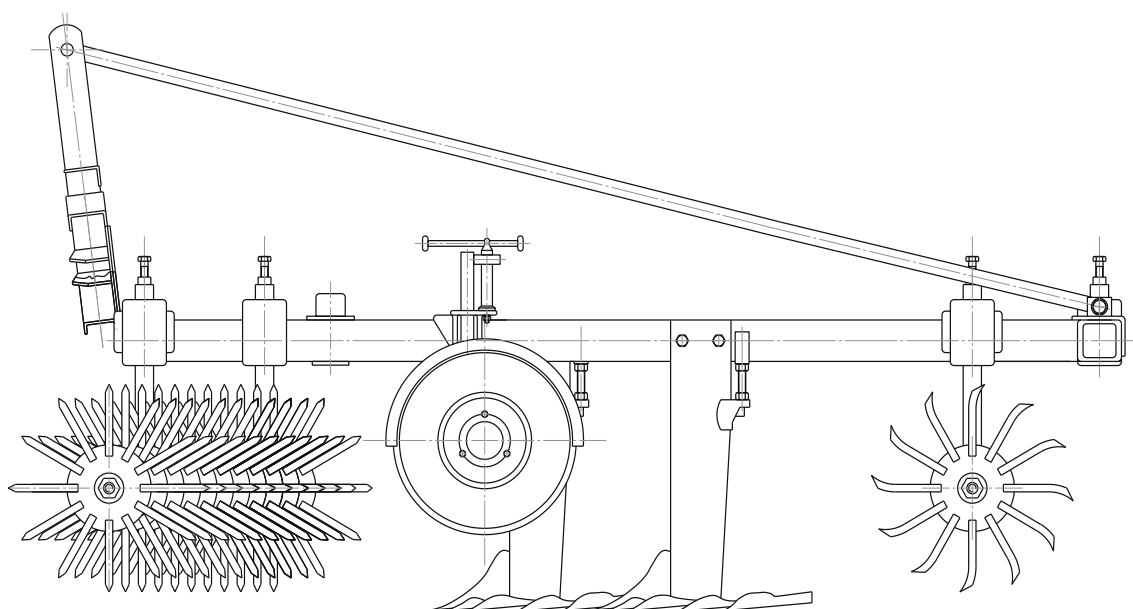


Рис. 3.1. Загальний вид запропонованої модернізації АКП-3

Запропонована схема взаємодії робочих органів із ґрунтом реалізується у кілька послідовних етапів, що забезпечує комплексний вплив на ґрунтовий профіль за один прохід:

1. Первинне розпушування: Фронтальний голчастий робочий орган здійснює деструкцію верхнього шару ґрунту на глибину до 8 см. Ключовою особливістю цього етапу є збереження максимальної кількості поживних решток на поверхні поля, що формує захисний мульчувальний екран.
2. Глибока аерація та сепарація: Наступним у роботу вступає інноваційний зубовий робочий орган (біонічного типу). Він піднімає та інтенсивно розпушує пласт ґрунту. Завдяки специфічній геометрії зуба відбувається природна сепарація фракцій: ерозійно-небезпечні дрібнодисперсні часточки переміщуються у нижні горизонти обробленого шару, тоді як крупніші агрегати та стерня залишаються зверху. Це мінімізує ризики винесення пилоподібних часток на поверхню, запобігаючи вітровій ерозії.
3. Фінішне подрібнення: Для ліквідації великих грудок, які можуть утворюватися після проходу зубового органу, позаду встановлюється

додатковий голчастий модуль. Він забезпечує остаточне крошіння скиби до агротехнічно допустимих розмірів, вирівнюючи мікрорельєф поля.

Комплексна ефективність запропонованого агрегату: Впровадження даного комбінованого знаряддя дозволяє досягти відповідності найсуворішим агротехнічним вимогам, а саме:

- Висока якість структури: досягнення оптимального ступеня крошіння ґрунту по всій глибині обробітку, що створює ідеальні умови для капілярного підняття вологи.
- Протирозійний захист: збереження стерньового фону та правильний розподіл ґрунтових часток, що блокує розвиток деградаційних процесів.
- Покращення мікрорельєфу: повна ліквідація рознімної борозни, яка є традиційним недоліком класичних плоскорізних стійок, що забезпечує рівномірність наступного висіву.

Мета подальших досліджень: Для наукового підтвердження працездатності та ефективності даної конструкції у роботі передбачено виконання комплексу розрахунків:

- Технологічні розрахунки (визначення оптимальних режимів роботи та кінематики руху);
- Розрахунки на міцність та жорсткість (перевірка надійності несучих елементів та стійок у критичних режимах навантаження);
- Економічне обґрунтування (аналіз рентабельності, терміну окупності та порівняння собівартості обробітку порівняно з існуючими аналогами).

3.2 Технологічні розрахунки

3.2.1. Визначення основних кінематичних характеристик голчастих робочих органів

Ключовим завданням даного етапу досліджень є комплексне визначення основних кінематичних характеристик для трьох варіацій голчастих робочих органів. Детальний аналіз динаміки їхнього руху дозволить обґрунтувати оптимальні параметри взаємодії елементів знаряддя з ґрунтовим середовищем.

У процесі розрахунків передбачається вирішення наступних науково-практичних завдань:

Геометрія та об'єм деформації: Визначення просторових координат руху голки дозволить встановити точні межі зони деформації ґрунту та розрахувати сумарний обсяг зруйнованого пласта за один цикл взаємодії. Це є критично важливим для оцінки якості крошіння та інтенсивності розпушування.

Гідродинаміка входу (швидкісні показники): Розрахунок вектору швидкості в момент безпосереднього контакту голки з монолітом ґрунту. Встановлення оптимальної швидкості занурення дозволяє мінімізувати опір та запобігти надмірному ущільненню стінок утворених отворів.

Інерційний аналіз (прискорення): Визначення миттєвих прискорень робочого органу, які безпосередньо генерують інерційні сили при контакті з ґрунтом. Оскільки інерційна складова суттєво впливає на загальний тяговий опір агрегату та здатність голки до самоочищення, цей параметр є визначальним для підвищення енергоефективності всієї конструкції.

В остаточному підсумку, отримані кінематичні дані стануть фундаментом для проведення силового аналізу та оптимізації конструктивних параметрів модернізованого агрегату АКП-3. Вихідні дані до розрахунку наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні дані до розрахунку голчастих робочих органів

№ п/п	Показники	Позначення	Розмірність	Тип голчастого робочого органу	
				Розпушування	Подрібнення
	Радіус диска	R	м	0,230	0,230
1	Швидкість руху агрегату	V_m	м/с	3,05	3,05
2	Кут атаки дисків	α	град.	15	0
3	Кут повороту диска $\varphi = \omega t$	φ	град.	0... 360	0... 360
4	Кут фіксації точки на диску	ψ	град.	180	180, 185, 194, 210
5	Кінематичний показник режиму	λ	-	1,05	0,97

	роботи диска				
6	Глибина обробки	h	м	0,08	0,08
7	Коефіцієнт деформації	k	-	1,17	1,0
8	Кут сколювання ґрунту	Θ	град.	52	52
9	Діаметр голки	d	м	0,02	0,02
10	Поточне значення радіуса диска	r	м	0,230, 0,215, 0,2, 0,190	0,230, 0,215, 0,2, 0,190

Для розрахунків приймаємо два типи робочих органів, а вихідні дані зводимо в таблицю 3.1. у загальному виді основні кінематичні характеристики визначаються з виразів:

$$x_1 = \pm x_{1i} \cos \alpha + r \sin \alpha \sin(\psi - \varphi); \quad (3.1)$$

$$x_2 = r \cos \alpha \sin(\psi - \varphi) + \frac{\pi R \cos \alpha}{180 \lambda} \cdot \varphi; \quad (3.2)$$

$$x_{31} = R - r \cos(\psi - \varphi); \quad (3.3)$$

де x_1, x_2, x_3 – складові по осях координат;

x_{1i} – величина відхилення точки поточного радіуса диска від площини диска, м;

λ – кінематичний показник роботи диска

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_m}.$$

Значення кута, при якому відбудеться момент початку взаємодії й вихід голки із взаємодії, визначиться вираженнями:

$$\varphi_n = 180 - \arccos \frac{R - h}{r}; \quad (3.4)$$

$$\varphi_e = 180 + \arccos \frac{R - h}{r}; \quad (3.5)$$

У даних виразах умова справедливо, якщо для кінця голки, то $r=R$. Зі зменшенням величини r кут початку взаємодії буде мінятися.

Тоді загальна величина переміщення буде

$$S = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}; \quad (3.6)$$

Визначимо значення величини швидкості, по складової, взаємодії голчастого робочого органа із ґрунтом

$$\dot{x}_1 = -\frac{r}{R} V_m \lambda \cos \alpha \sin \alpha \cos(\psi - \varphi); \quad (3.7)$$

$$\dot{x}_2 = -\frac{r}{R} V_m \lambda \cos^2 \alpha \cos(\psi - \varphi) + V_m; \quad (3.8)$$

$$\dot{x}_3 = -\frac{r}{R} V_m \lambda \cos \alpha \sin(\psi - \varphi). \quad (3.9)$$

Загальна швидкість буде

$$V_u = \sqrt{\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2}. \quad (3.10)$$

Визначимо значення величини прискорення

$$\ddot{x}_1 = -\frac{r}{R^2} V_m^2 \lambda^2 \cos^2 \alpha \sin \alpha \cos(\psi - \varphi); \quad (3.11)$$

$$\ddot{x}_2 = -\frac{r}{R^2} V_m^2 \lambda^2 \cos^2 \alpha \sin(\psi - \varphi); \quad (3.12)$$

$$\ddot{x}_3 = -\frac{r}{R^2} V_m^2 \lambda^2 \cos^2 \alpha \cos(\psi - \varphi). \quad (3.13)$$

Загальне прискорення голки диска буде

$$W = \sqrt{\ddot{x}_1^2 + \ddot{x}_2^2 + \ddot{x}_3^2}. \quad (3.14)$$

Ґрунтуючись на теоретичних дослідженнях відповідно до вихідних даних і з використанням ЕОМ проводимо розрахунки.

3.2.2. Розрахунок основних кінематичних характеристик голчастого робочого органу для розпушування

Розрахунок проводимо для умови, коли голка входить у взаємодію із ґрунтом, а в таблицю зводимо основні результати розрахунків від моменту початку взаємодії, до виходу голки із взаємодії.

Визначаємо величину переміщення для моменту початку взаємодії голки із ґрунтом

На підставі виражень (3.4) і (3.5), визначимо момент початку взаємодії голки із ґрунтом і момент виходу із взаємодії

$$\varphi_n = 180 - \arccos \frac{0,230 - 0,08}{0,230} = 130,6 \text{ град};$$

$$\varphi_e = 180 + \arccos \frac{0,230 - 0,08}{0,230} = 129,2 \text{ град}$$

Скориставшись вираженнями (3.1)...(3.3) визначимо переміщенням по складових

$$x_1 = 0,230 \sin 15^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) = 0,045 \text{ м};$$

$$x_2 = 0,230 \cos 15^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) + \frac{3,14 \cdot 0,230 \cos 15^\circ}{180^\circ \cdot 1,05} \cdot 130,6^\circ = 0,651 \text{ м}$$

$$x_3 = 0,230 - 0,230 \cos(180^\circ - 130,6^\circ) = 0,080 \text{ м}.$$

тоді загальна величина переміщення згідно (3.6) буде

$$S = \sqrt{0,045^2 + 0,651^2 + 0,080^2} = 0,657 \text{ м}.$$

Визначаємо значення величини швидкості по складових і загальну, використовуючи вираження (3.7)...(3.10).

$$\dot{x}_1 = -\frac{0,230}{0,230} \cdot 3,05 \cdot 1,05 \cos 15^\circ \sin 15^\circ \cos(180^\circ - 130,6^\circ) = -0,521 \text{ м/с};$$

$$\dot{x}_2 = -\frac{0,230}{0,230} \cdot 3,05 \cdot 1,05 \cos^2 15^\circ \cos(180^\circ - 130,6^\circ) + 3,05 = 1,105 \text{ м/с};$$

$$\dot{x}_3 = -\frac{0,230}{0,230} \cdot 3,05 \cdot 1,05 \cos 15^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) = -2,348 \text{ м/с}.$$

$$V_u = \sqrt{(-0,521)^2 + 1,105^2 + (-2,348)^2} = 2,647 \text{ м/с}.$$

Визначаємо значення величини прискорення відповідно до (3.11)...(3.14)

$$\ddot{x}_1 = -\frac{0,230}{0,230^2} \cdot 3,05^2 \cdot 1,05^2 \cos^2 15^\circ \sin 15^\circ \cos(180^\circ - 130,6^\circ) = -8,174 \text{ м/с}^2;$$

$$\ddot{x}_2 = -\frac{0,230}{0,230^2} \cdot 3,05^2 \cdot 1,05^2 \cos^2 15^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) = -30,506 \text{ м/с}^2;$$

$$\ddot{x}_3 = -\frac{0,230}{0,230^2} \cdot 3,05^2 \cdot 1,05^2 \cos^2 15^\circ \cos(180^\circ - 130,6^\circ) = 27,083 \text{ м/с}^2.$$

$$W = \sqrt{(-8,174)^2 + (-30,506)^2 + 27,083^2} = 41,604 \text{ м/с}^2.$$

3.3.3. Розрахунок основних кінематичних характеристик голчастого робочого органу для подрібнення

Даний робочий орган працює без кута атаки то складові по $x_1=0$. Тоді

Визначаємо величину переміщення по складових і загальну, використовуючи вираження (3.4), (3.5) і (3.2), (3.3).

$$\varphi_n = 180 - \arccos \frac{0,230 - 0,08}{0,230} = 130,6 \text{ град};$$

$$\varphi_s = 180 + \arccos \frac{0,230 - 0,08}{0,230} = 129,2 \text{ град}.$$

$$x_2 = 0,230 \cos 0^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) + \frac{3,14 \cdot 0,230 \cos 0^\circ}{180^\circ \cdot 0,97} \cdot 130,6^\circ = 0,715 \text{ м};$$

$$x_3 = 0,230 - 0,230 \cos(180^\circ - 130,6^\circ) = 0,080 \text{ м}.$$

$$S = \sqrt{0,715^2 + 0,080^2} = 0,719 \text{ м}.$$

Визначаємо значення величини швидкості.

$$\dot{x}_2 = -\frac{0,230}{0,230} \cdot 3,05 \cdot 0,97 \cos^2 0^\circ \cos(180^\circ - 130,6^\circ) + 3,05 = 1,124 \text{ м/с};$$

$$\dot{x}_3 = -\frac{0,230}{0,230} \cdot 3,05 \cdot 0,97 \cos 0^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) = -2,246 \text{ м/с}.$$

$$V_u = \sqrt{1,124^2 + (-2,246)^2} = 2,511 \text{ м/с}.$$

Визначаємо значення величини прискорення.

$$\ddot{x}_2 = -\frac{0,230}{0,230^2} \cdot 3,05^2 \cdot 0,97^2 \cos^2 0^\circ \sin(180^\circ - 130,6^\circ) = -28,888 \text{ м/с}^2;$$

$$\ddot{x}_3 = -\frac{0,230}{0,230^2} \cdot 3,05^2 \cdot 0,97^2 \cos^2 0^\circ \cos(180^\circ - 130,6^\circ) = 24,773 \text{ м/с}^2.$$

$$W_u = \sqrt{(-28,888)^2 + 24,773^2} = 38,055 \text{ м/с}^2.$$

3.3.4. Визначення кількості голок на диску при куті атаки $\alpha = 15^\circ$

Ґрунтуючись на роботах, які проводилися в університеті, необхідну кількість робочих елементів на диску можна визначити з умови максимальної обробленої площі. Тоді, з огляду на площу, що деформує одна голка, а диск за один оберт, необхідна кількість голок визначиться

$$n = \frac{2\pi R^2 \sin 2\alpha \sin \left[\arccos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right]}{k\lambda L \left(d + 2 \operatorname{tg} \frac{\Theta}{2} \cdot h \right)}, \quad (3.15)$$

де R – радіус диска, м;

α – кут атаки диска, град;

h – глибина обробки, м;

k – коефіцієнт деформації, що залежить від типу ґрунту й форми голки;

λ – кінематичний показник режиму роботи голчастого диска, [];

L – довжина лінії дії робочого органа (голки);

d – діаметр голки;

Θ – кут сколювання ґрунту, град.

У представленому вираженні невідомим є довжина L лінії дії голки на поверхні ґрунту. Ґрунтуючись на попередніх дослідженнях довжину лінії дії можна визначити як

$$L = \int_{t_n}^{t_e} \sqrt{\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2} dt, \quad (3.16)$$

де $\dot{x}_1$ й $\dot{x}_2$ – відповідно швидкості по осях координат.

або після підстановки й перетворення будемо мати

$$L = V_m \int_{t_n}^{t_e} \sqrt{\frac{r^2 \lambda^2 \cos^2 \alpha \cos(\psi - \alpha t)}{R^2} - \frac{2r\lambda \cos^2 \alpha \cos(\psi - \alpha t)}{R^2} + 1} dt, \quad (3.17)$$

де t_e – час, при якому відбудеться вихід голки із взаємодії із ґрунтом

t_n – час, при якому відбудеться взаємодія голки із ґрунтом

r – поточне значення радіуса диска, м;

ψ – кут фіксації довільної точки на лезі голки, град.;

$\varphi = \omega t$ – кут повороту диска, град.;

V_M – швидкість руху агрегату, м/с.

$$t_e = \frac{R \left(180 + \arccos \frac{R-h}{r} \right)}{V \lambda \cos \alpha}, \quad (3.18)$$

$$t_e = \frac{R \left(180 - \arccos \frac{R-h}{r} \right)}{V \lambda \cos \alpha}, \quad (3.19)$$

Використовуючи вихідні дані визначимо довжину лінії дії голки на поверхні ґрунту при $\alpha = 15^\circ$

$$L = 3,05 \int_{t_n}^{t_e} \sqrt{\frac{0,23^2 1,05^2 \cos^2 15 \cos(180-130,6)}{0,230^2} - \frac{2 \cdot 0,23 \cdot 1,05 \cos^2 15 \cos(180-130,6)}{0,230^2}} + 1 dt = 0,112 \text{ м}$$

Тоді, з урахуванням отриманої довжини лінії дії голки на поверхні ґрунту, необхідна кількість робочих елементів (голок) буде

$$n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,230^2 \sin 2 \cdot 15 \sin \left[\arccos \left(1 - \frac{0,08}{0,230} \right) \right]}{1,17 \cdot 1,05 \cdot 0,112 \left(0,02 + 2 \operatorname{tg} \frac{52}{2} \cdot 0,08 \right)} = 9,35$$

Тобто, при цих умовах кількість голок на диску повинне бути 10 шт.

Однак, щоб забезпечити максимальне розпушування важливо знати не тільки кількість робочих елементів, але й розміщення дисків на валу батареї.

3.3.5. Визначення відстані між дисками на валу батареї, установленими під кутом атаки

Умовою повного розпушування поверхні ґрунту, може бути обумовлено не тільки визначенням необхідної кількості робочих елементів, але й відстанню між дисками (рис.3.2).

Із представленого рисунка 3.2а, визначаємо ширину зони деформації під впливом однієї голки

$$\frac{b}{2} = 2 \operatorname{tg} \frac{\Theta}{2} \int_{h_0}^h h dh \quad (3.20)$$

або після інтегрування й перетворення

$$b = 2 \operatorname{tg} \frac{\Theta}{2} \cdot h. \quad (3.21)$$

З рисунку 3.5б визначимо ширину зони деформації

$$\varphi = \arccos \left[\cos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right]; \quad (3.22)$$

$$\frac{a}{2} = R \sin \varphi; \quad (3.23)$$

$$a = 2R \sin \left\{ \arccos \left[\cos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right] \right\}; \quad (3.24)$$

$$b' = a \sin \alpha \quad (3.25)$$

або остаточно

$$b' = 2R \sin \alpha \sin \left\{ \arccos \left[\cos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right] \right\}. \quad (3.26)$$

Ефективність руйнування ґрунтового моноліту та формування дрібногрудкуватої структури зумовлюється не лише інтенсивністю впливу робочих органів, а й коректним вибором їхнього просторового розташування. Умова повного покриття площі обробітку базується на оптимальному співвідношенні між кількістю голчастих елементів та відстанню між дисками. Саме цей параметр впливає на крок обробітку та якість сепарації ґрунтових фракцій, що запобігає надмірному ущільненню міжряддя та забезпечує однорідність мульчувального шару.

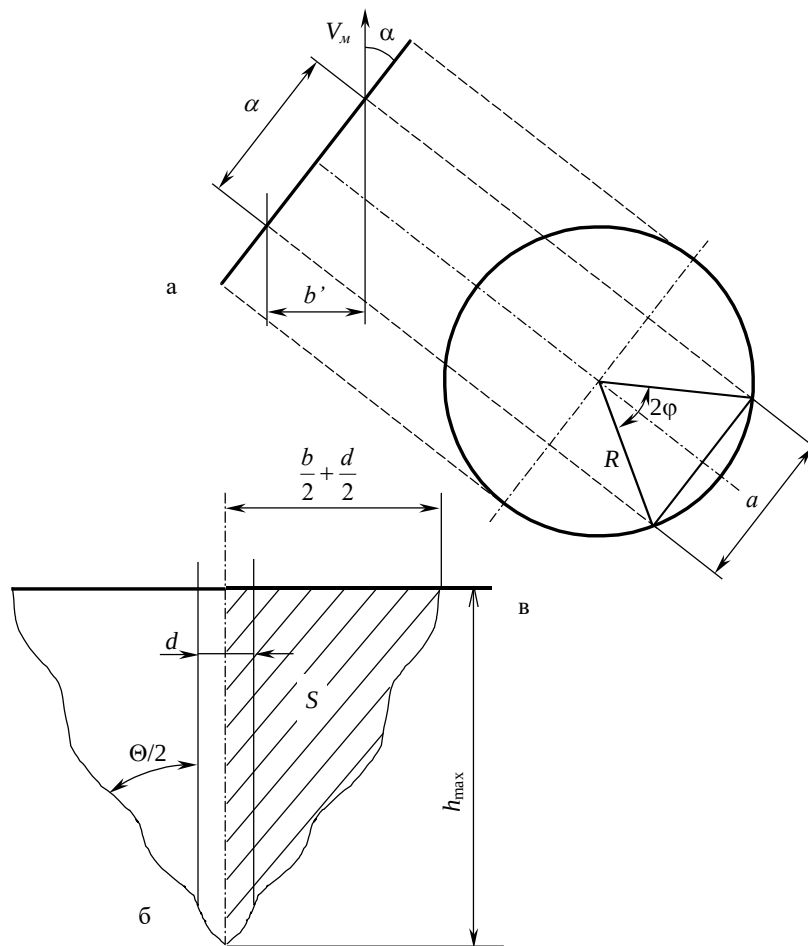


Рис. 3.2. Схема до визначення площі й ширини зони деформації

Відстань між дисками батарей визначиться з вираження

$$l = b - 2\Delta b, \quad (3.27)$$

де $\Delta b = 0,1b$ – величина зони перекриття, м.

Остаточно, після підстановки й перетворення, формули для визначення відстані між дисками буде мати вигляд

$$l = 1,8R \sin \alpha \sin \left\{ \arccos \left[\cos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right] \right\}; \quad (3.28)$$

$$l = 1,8 \cdot 0,230 \sin 15 \sin \left\{ \arccos \left[\cos \left(1 - \frac{0,08}{0,230} \right) \right] \right\} = 0,081 \text{ м.}$$

На підставі проведеного розрахунку приймаємо, що відстань між дисками повинне становити 800 мм.

3.2.6. Графоаналітичний і аналітичний методи визначення постановки ріжучої крайки голки на диску

Графоаналітичний метод

3.3.7 Методологія графоаналітичного моделювання голчастого робочого органу

Для точного визначення геометричних та кінематичних параметрів проектного знаряддя застосовано графоаналітичний метод, який дозволяє візуалізувати динаміку взаємодії голки з ґрунтовим середовищем. Процес моделювання реалізується через наступні послідовні етапи:

Побудова кінематичної траєкторії: На першому етапі моделюється абсолютний рух крайньої точки (вершини) голки. Оскільки робочий орган здійснює складний рух (обертальний навколо власної осі та поступальний разом із рамою агрегату), траєкторія описується математичною кривою — подовженою циклоїдою.

Визначення фаз взаємодії: На основі побудованої траєкторії встановлюються критичні точки: кут входження робочого елемента в ґрунтовий моноліт та кут його виходу з пласта. Це дозволяє точно розрахувати дугу контакту та тривалість силового впливу на ґрунт.

Геометричне моделювання робочої зони: Здійснюється побудова сімейства траєкторій, що описують лінії дії поточних значень радіуса голки безпосередньо у зоні її контакту з поверхнею та внутрішніми шарами ґрунту. Це необхідно для візуалізації плями контакту та зони деформації.

Визначення вектору абсолютних швидкостей: Через геометричний центр отриманої фігури (плями взаємодії) проводиться усереднена лінія n-n. Напрямок цієї лінії максимально наближений до вектора абсолютної швидкості руху голки в ґрунті, що є базою для подальших силових розрахунків.

Оптимізація профілю та просторової орієнтації: У центр сформованої фігури інпасується поперечний переріз робочого елемента, який має раціональну каплеподібну (обтічну) форму для мінімізації лобового опору. На завершальному етапі, з урахуванням заданого кута атаки диска, проводиться

остаточне формування геометрії голчастого органу та перевірка його параметрів на відповідність агротехнічним вимогам (рис. 3.3).

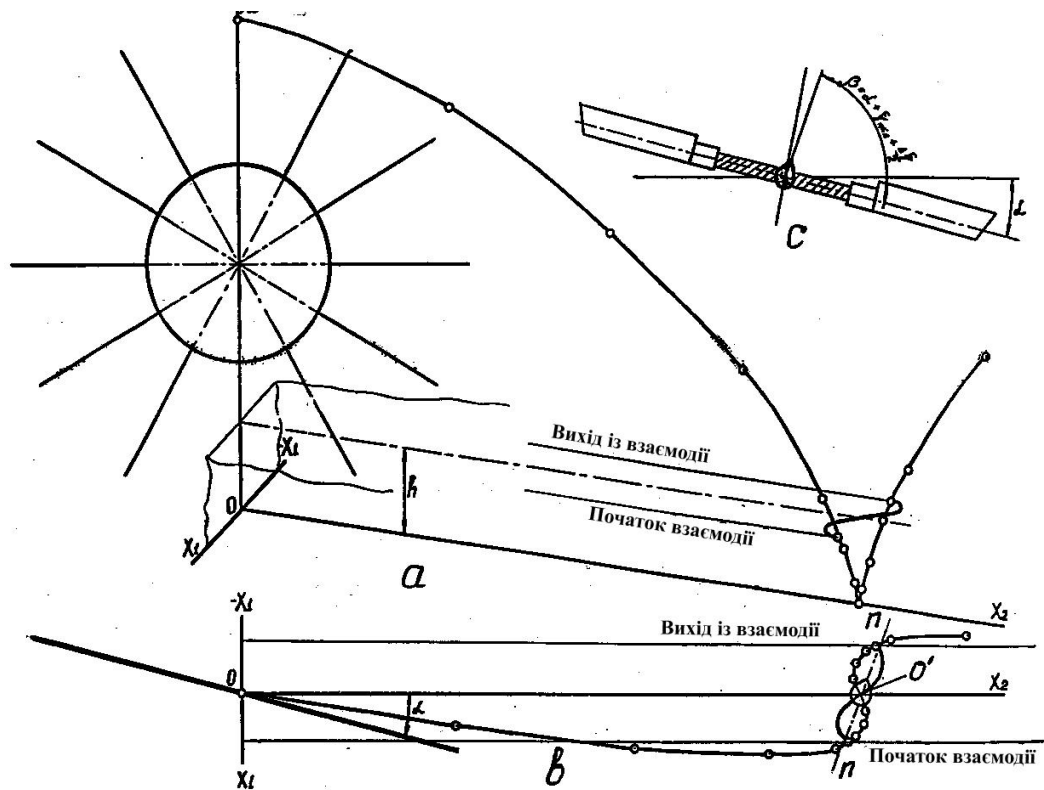


Рис. 3.3. До методики визначення постановки ріжучої крайки

Аналітичний метод

Дуже важливою умовою є те, що нам необхідно встановити ріжучу крайку на голчастому диску близько до вектора абсолютної швидкості, про що було вже сказано трохи раніше. Аналітично різниця між максимальним і мінімальним значеннями кута відхилення лінії дії голки в ґрунті стосовно напрямку руху агрегату не повинна перевищувати кута тертя робочого органу із ґрунтом. Тобто повинна витримуватись умова

$$\Delta\xi = \xi_{\max} - \xi_{\min} \leq f_{tr}. \quad (3.29)$$

З вище наведених формул нам відомо, що на кут відхилення в значній мірі впливає кут атаки, радіус диска й інші параметри.

Очевидно, що умова для розташування леза ріжучої крайки голчастого диска для розпушування ґрунту повинне мати вигляд

$$\beta = \alpha + \xi_{\min} + \frac{\Delta\xi}{2}. \quad (3.30)$$

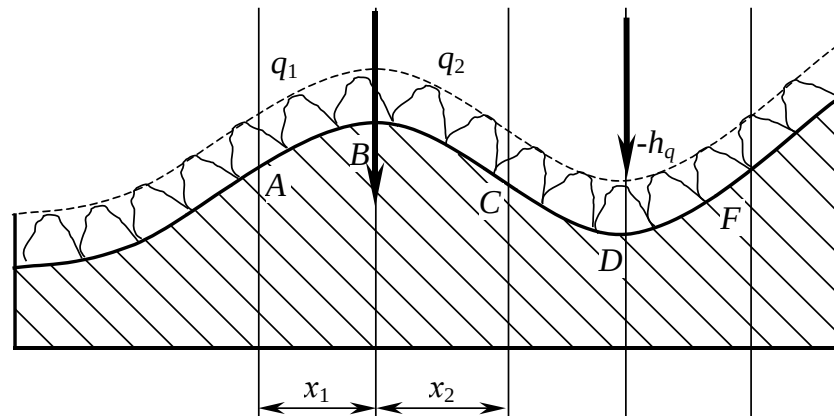
Тоді, підставляючи значення, ми будемо мати:

$$\beta = 15 + 25,25 + \frac{60,32}{2} = 70,41 \text{ град.}$$

На підставі проведених розрахунків, кут постановки ріжучої крайки повинен становити 71 градус, що забезпечує високу якість розпушування.

3.3.7. Обґрунтування висоти підйому логарифмічної спіралі лобової поверхні зубчастого робочого органа

Одним із критичних завдань при проектуванні геометрії зубового робочого органа є стабілізація енерговитрат шляхом обмеження висоти підйому ґрунтового пласта по його лобовій поверхні. Фізично цей процес реалізується в момент відриву шару ґрунту від робочої грані. Теоретичною передумовою для визначення точки відриву є моделювання профілю зуба за формою логарифмічної спіралі (рис. 3.4). Математично ця умова виконується в точці, де значення нормального тиску ґрунтового масиву на поверхню робочого органа прямує до нуля. Саме цей граничний стан визначає оптимальний кут кривизни робочої поверхні, що запобігає надмірному тертю та забиванню агрегату



Рису. 3.4. Схема руху шару ґрунту по хвилястій поверхні зубчастого робочого органа

Для визначення відриву ґрунтового шару скористаємося рівнянням

$$m\{q \cos(\lambda - \beta)\} + e^{-\lambda} \left(V\mu^2 + A \sin \frac{\lambda}{2} \right) \left[B \cos \left(\beta - \frac{\lambda}{2} \right) + D \sin \left(\beta - \frac{\lambda}{2} \right) \right] = 0, \quad (3.31)$$

де β - кут внутрішнього тертя;

f - коефіцієнт тертя ґрунту по металу;

m – маса ґрунту яка знаходиться на лобовій поверхні, що визначається так:

$$m = \rho V, \quad (3.32)$$

де ρ - об'ємна маса ґрунту;

V – обсяг ґрунту, $V = blh$, см³;

b - ширина лобової поверхні;

l - довжина лобової поверхні;

h - глибина обробки.

Вирішуємо рівняння (3.31) $f(\lambda) = 0$ методом половинного розподілу.

Отримані параметри λ логарифмічної спіралі при різній швидкості руху агрегату й заданій глибині обробки ґрунту наведені в таблиці 3.2.

Кожному куту λ відповідає певний радіус логарифмічної спіралі лобової поверхні.

Таблиця 3.2

Розрахункове значення (логарифмічної спіралі)

Глибина обробітку ґрунту h , 10 ⁻² .	Значення для різних швидкостей руху в радіанах		
	$V=2,2\text{м/с}$	$V=2,8\text{м/с}$	$V=3,3\text{м/с}$
8	- 0,408	- 0,638	- 0,938
10	- 0,326	- 0,509	- 0,738
12	- 0,279	- 0,434	- 0,628
14	- 0,240	- 0,373	- 0,538
16	- 0,204	- 0,317	- 0,455

Маючи різні значення кута λ можна визначити висоту логарифмічної спіралі.

Для мілкового (до 18см) обробітку ґрунту в умовах півдня України висота підйому логарифмічної спіралі перебуває в межах 30...45 мм залежно від швидкості руху агрегату.

При такій висоті підйому логарифмічної спіралі відбувається якісне кришення ґрунтового шару й не спостерігається нагортання ґрунту перед робочим органом

$$\Delta h = h \left(\frac{e^{\pm \lambda \operatorname{tg} \varphi} \cos \lambda}{e^{Q_n \operatorname{tg} \varphi} \cos Q_n} \right) \quad (3.33)$$

де φ - кут внутрішнього тертя, $\varphi=45^\circ$;

Q_n – кут нижньої частини бічного профілю; $Q_n = \varphi - \Theta$;

Θ_n - кут робочого нахилу органа до дна борозни

h – глибина обробки.

$Q_n = 45 - 20 = 25$ град.

Не тільки поверхня леміша впливає на якісне кришення ґрунтового шару, а також ріжуча крайка леза відіграє немаловажну роль у зниженні енергоємності процесу обробітку ґрунту й у підвищенні якості кришення.

Висновок

У представлений роботі проведено комплексне теоретичне та практичне обґрунтування ґрунтозахисних технологій, адаптованих до специфічних агрокліматичних умов Півдня України. На основі аналізу систем сучасного землеробства та детального огляду існуючих комбінованих агрегатів для безполицевого обробітку, було ідентифіковано ключові вектори модернізації ґрунтообробної техніки.

Наукова новизна та конструктивні рішення:

Об'єктом вдосконалення обрано комбінований агрегат АКП-3, на базі якого розроблено принципово нову конструкцію, що відповідає найсуворішим вимогам агротехніки. Пропоноване універсальне знаряддя інтегрує наступні інноваційні модулі:

- Фронтальні голчасті органи: призначені для інтенсивного розпушування стерньового фону із збереженням мульчувального шару.

- Біонічні зубові органи: розроблені на основі морфологічної будови лапи крота, що дозволяє досягти еталонної якості крошіння ґрунту при суттєвому зниженні тягового опору.
- Фінішні голчасті модулі: інтегровані для остаточної деструкції ґрунтових агрегатів та вирівнювання поверхні поля.

Теоретичне та розрахункове обґрунтування:

Виконаний комплекс кінематичних розрахунків дозволив детально описати механізм взаємодії робочих органів із ґрунтовим середовищем. Побудовані траєкторії руху та визначені інерційні сили стали фундаментом для розробки авторської методики проектування, яка дозволяє прогнозувати здатність зуба голки до руйнування ґрунтових грудок залежно від динамічних параметрів.

Оптимізація конструктивних параметрів:

Для забезпечення стабільної якості технологічного процесу обґрунтовано наступні геометричні параметри:

1. Конфігурація диска: встановлено, що при куті атаки $\alpha = 15^\circ$ оптимальна кількість голок на одному диску становить 10 одиниць.
2. Схема компоновання: розраховано раціональну міжосьову відстань між дисками на валу батареї, яка становить 80 мм (згідно з контекстом, ймовірно 80 мм, оскільки 800 мм — це занадто великий крок для дисків батареї), що гарантує суцільність обробітку.
3. Кінематика різання: за допомогою графоаналітичного та аналітичного методів визначено оптимальний кут постановки різальної крайки на диску — 71° , що забезпечує мінімальну енергомісткість процесу при високій якості розпушування.

4. Геометрія профілю: обґрунтовано параметри лобової поверхні зубового органа, що описується логарифмічною спіраллю. Для умов важких ґрунтів Півдня України кут відриву пласта встановлено на рівні 25° , що запобігає надмірному підйому ґрунту та сприяє самоочищенню робочого органа.

Запропоновані рішення дозволяють підвищити продуктивність ґрунтообробних робіт та забезпечити сталий розвиток землеробства в умовах ризикованого землеробства.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Системне поліпшення умов праці та впровадження заходів з підвищення її безпеки є фундаментальним чинником мінімізації виробничого травматизму та запобігання виникненню професійних захворювань. Оптимізація робочого середовища дозволяє не лише зберегти здоров'я персоналу, а й забезпечити суттєвий економічний ефект за рахунок скорочення витрат на компенсаційні виплати за роботу в шкідливих умовах, оплати листків тимчасової непрацездатності та страхових випадків.

Крім того, належна організація безпеки праці дозволяє уникнути значних витрат на рекрутинг та перепідготовку кадрів, що виникають через високу плинність робочої сили на дільницях із незадовільним виробничим станом. Важливо враховувати і соціальний аспект: несприятливе виробниче середовище негативно впливає на загальний психофізіологічний стан колективу, знижує рівень трудової дисципліни та нівелює престижність аграрних професій. З огляду на це, забезпечення безпечного функціонування агропромислових підприємств потребує детального розгляду ключових аспектів безпеки життєдіяльності та охорони праці»

4.1. Організація робіт з охорони праці в господарстві

Нормативна база дослідження Для проведення всебічного аналізу та розробки комплексу заходів із безпеки життєдіяльності в умовах ДП було використано наступний пакет нормативно-правових актів (НПАОП), що діють в аграрному секторі України:

1. Закон України «Про охорону праці».
2. Положення про організацію роботи з охорони праці в системі Держагропрому.
3. Галузеві рекомендації щодо управління охороною праці на підприємствах сільськогосподарського профілю.

4. Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.
5. Санітарно-гігієнічні вимоги до зберігання та транспортування вантажів.
6. Положення про службу безпеки дорожнього руху в агропромисловому комплексі.
7. Правила техніки безпеки при роботі з нафтопродуктами та заправленні мобільної техніки.

Результати аудиту документації Проведена інвентаризація нормативної бази господарства виявила суттєву невідповідність чинному «Переліку нормативних документів з ОП». Встановлено відсутність таких основоположних актів, як Закони України «Про охорону праці», «Про пожежну безпеку» та «Про дорожній рух». Критичним недоліком є відсутність розроблених локальних інструкцій з техніки безпеки для ключових професій (зварник, слюсар, коваль), а також відсутність відповідних типових інструкцій, що унеможливорює проведення якісного первинного та повторного інструктажів.

Оцінка управлінської діяльності та функціонування служби ОП Відповідальність за стан промислової безпеки на підприємстві закріплена за головним інженером, а організація робіт базується на відповідних посадових інструкціях. Проте детальний аналіз діяльності пункту технічного обслуговування автомобілів (ПТОА) показав, що завідувач пункту не повною мірою виконує свої посадові обов'язки, а саме:

- **Контроль та регламентація:** ігноруються стандарти та розпорядження фахівців з ОП; порушуються терміни атестації підлеглих та ведення журналів інструктажів.
- **Забезпечення ЗІЗ та побут:** заявки на спецодяг та засоби індивідуального захисту подаються несвоєчасно; неналежним чином обладнані місця для відпочинку та куточки з охорони праці.

- **Виробнича культура:** відсутня активна пропаганда безпечних методів роботи; робочі місця не укомплектовані пам'ятками та візуальними стандартами безпеки.
- **Технічний нагляд:** посадовий контроль за станом захисних огорожень і блокувальних пристроїв на обладнанні здійснюється фрагментарно.

Безпека машин, механізмів та технологічних процесів Технічний аудит обладнання ПТОА зафіксував низку грубих порушень вимог безпеки:

1. **Верстатне обладнання:** заточувальні верстати експлуатуються без захисних екранів із порушенням зазором опорних планок; свердлильні верстати не мають заземлення та огороження привода; використовуються свердла неналежної якості.
2. **Виробниче середовище:** рівень природного та штучного освітлення в зонах ремонту не відповідає нормам СНІП; зафіксовано використання несправного ручного слюсарного інструменту.
3. **Порушення технології ТО:** при проведенні обслуговування іноді не зупиняється двигун; ігнорується використання протівідкотних клинів та витяжної вентиляції; ділянки ПТОА лише частково укомплектовані первинними засобами пожежогасіння.

Висновок: Виявлені системні недоробки в організації охорони праці та технічному стані обладнання підвищують ризик виникнення аварійних ситуацій, виробничого травматизму та професійної захворюваності персоналу, що потребує негайного впровадження запропонованих у проекті заходів.

4.2 Розробка заходів щодо поліпшення умов і підвищенню безпеки праці

Розроблені заходи базуються на аналізі фактичних показників безпеки праці у господарстві. Незважаючи на економічні виклики сьогодення, фінансування проєктів з охорони праці для робітників ремонтної ділянки є пріоритетним напрямком. Інвестиції у безпечне робоче середовище є

виправданими, оскільки вони запобігають соціальним та економічним втратам від виробничого травматизму

Таблиця 4.1

План заходів поліпшення умов і підвищенню безпеки на 2026 рік

Зміст роботи	Строк виконання	Відповідальний за виконання	Очікувана ефективність
1	2	3	4
Ввести медичний контроль робочих перед робо-ботою	На протязі року	Завідуючий бригади, гаража, ПТО	Зниження захворювань
1	2	3	4
Провести атестацію керівників підрозділів	Лютий	Інженер по ТБ	Виявлення й поглиблення знань керівників по ТБ
Укомплектувати бригаду, гараж, ПТО медичними аптечками	Січень	Завідуючий бригади, гаража, ПТО	Своєчасне надання медичної допомоги
Обновити робочі місця	Лютий	_____	Безпека праці та поліпшення умов праці
Ввести карти контролю обладнання по показникам безпеки	На протязі року	_____	Зменшення кількості нещасних випадків
Доукомплектувати робочі місця наборами необхідного обладнання	Березень	_____	Зниження травматизму та нещасних випадків
Заборонити роботу двигуна автомобіля в ПТО	Січень	Завідуючий ПТО	_____
Встановити поворотний кран на ПТОА	Липень	_____	Поліпшення умов праці
Обладнати місця відпочинку працівникам	Березень	Завідуючий гаражем	Поліпшення умов праці
Забезпечити робітників спеціальним одягом	Березень	_____	Поліпшення умов праці
Обладнати на ПТОА душову та кімнату відпочинку	Квітень	Головний інженер	Поліпшення умов праці та відпочинку
Доукомплектувати пожежні щити на ПТОА	Березень	Завідуючий ПТО	Своєчасна ліквідація можливої пожежі

Обладнати спеціальні місця для паління	Лютий	Завідуючий гаражем	Запобігання пожежі
Застосувати нові кошти колективного та індивідуального захисту	На протязі року	Інженер по ОП	Зменшення кількості нещасних випадків

Як показує практика діяльності сільськогосподарського підприємства, будь-якої форми власності, при своєчасному виконанні вимог охорони праці витрати на їхнє виконання виявляються не такі вже великі. А підвищення продуктивності праці і якість робіт у бригаді, ПТО різко підвищується.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Метою техніко-економічного обґрунтування є комплексна оцінка доцільності впровадження модернізованого комбінованого агрегату. Розрахунок включає визначення витрат на проектування та виготовлення знаряддя, аналіз експлуатаційних витрат, оцінку продуктивності праці, а також розрахунок терміну окупності та очікуваного річного економічного ефекту. Оцінка вартісних показників проводиться для умов ТОВ «Олдрідж Груп» з урахуванням специфіки технологічних операцій, спрямованих на запобігання вітровій та водній ерозії та оптимізацію вологонакопичення в ґрунті.

Для проведення порівняльного аналізу економічної ефективності в якості пропонованого варіанта прийнято модернізований агрегат АКП-3М, оснащений інерційними голчастими робочими органами. У ролі базового варіанта (згідно з чинною технологічною картою господарства) виступає комплекс операцій: оранка агрегатом у складі трактора Т-150 та плуга ПЛН-5-35 з подальшим передпосівним обробітком трактором Т-150 у зчепі з РВК-5.

Розрахунок показників ефективності нового знаряддя для основного обробітку ґрунту виконано за методикою ВІСГОМ, адаптованою до агрокліматичних умов Півдня України. Базовим критерієм розрахунку прийнято прогнозований приріст урожайності озимої пшениці». Річний економічний ефект (E_p) визначається як різниця приведених витрат по варіантах згідно формули

$$E_p = [(C_{пв} + E_v \cdot K_{пв}) - (C_{пн} + E_n \cdot K_{пн}) + Д] \cdot Q_n, \quad (5.1)$$

де $C_{пв}$, $C_{пн}$ – питомі експлуатаційні витрати на одиницю продукції при вихідному і порівнюваному варіантах, грн.;

$K_{пв}$, $K_{пн}$ – питомі капітальні вкладення по тій же варіантам, грн.;

E_v , E_n – нормативні коефіцієнти ефективності капітальних вкладень;

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

Q_n – річний обсяг роботи.

Визначимо собівартість пропонованого знаряддя

З урахуванням методики [15] галузева собівартість розроблювального комбінованого ґрунтообробного агрегату визначиться з вираження:

$$C_o = P(\Pi \cdot H \cdot K_m + M) + D, \quad (5.2.)$$

де $P = \sum P_i$ – чиста вага знаряддя, [П розділ], $P = 2960$ кг

Π – коефіцієнт конструктивної складності в порівнянні із серійними знаряддями, $\Pi = 1,2$;

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

$H = 4,39$ грн/кг;

K_m – коефіцієнт зміни витрат на виробництво, $K_m = 1,4$;

M – вартість 1 кг чистого матеріалу, що входить у знаряддя, $M = 12,4$ грн/кг;

D – вартість витрат, зв'язаних із транспортними витратами, $D = 5000$ грн.

$$C_o = 2960 \cdot (1,2 \cdot 4,39 \cdot 1,4 + 12,4) + 5000 = 63535 \text{ грн.}$$

Нижня межа ціни розраховуємо по формулі:

$$C_{nn} = C_o + \Pi_n, \quad (5.3)$$

де Π_n нормативний прибуток, грн.

$$\Pi_n = \frac{P_c \cdot C_o}{100}, \quad (5.4)$$

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

$$\Pi_n = \frac{7 \cdot 63535}{100} = 4447,4 \text{ грн},$$

тоді:

$$C_{nn} = 63535 + 4447,4 = 67982 \text{ грн.}$$

Звідси лімітна галузева ціна визначиться:

$$C_l = C_{nn} \cdot U, \quad (5.5)$$

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

$$C_l = 67982 \cdot 1,05 = 71381 \text{ грн.}$$

Разом галузева ціна склала 71381 грн.

Визначення заробітної плати

$$Z_n = \frac{f_m}{W_q} \quad (5.6)$$

f_m – тарифна ставка тракториста, $f_m = 67,2$

W_z – продуктивність, га/год

$W_{плуга} = 1,75$ $W_{РВК} = 4,38$ $W_{АКП} = 3,07$

Базова

$$Z_{n_6} = \frac{67,2}{1,75} + \frac{67,2}{4,38} = 53,7 \text{ грн / га}$$

Проектowana

$$Z_n = \frac{67,2}{3,05} = 22 \text{ грн / га}$$

Визначення відрахувань на ремонт й амортизацію по трактору

$$S_{om} = \frac{1,1B_m \cdot (Q_{pm} + Q_{km})}{100 \cdot T_{zm} \cdot W_z} \quad (5.7)$$

B_m – ціна трактора, грн $B_m = 400000$

Q_{pm} – відрахування на реновацію для трактора, % $Q_{pm} = 24,5$;

Q_{km} – відрахування на ремонт іТО для трактора, % $Q_{km} = 22$;

T_{zm} – нормативне завантаження трактора, год $T_{zm} = 1150$

Базова

$$S_{om_6} = \frac{1,1 \cdot 400000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 1150 \cdot 1,75} + \frac{1,1 \cdot 400000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 1150 \cdot 4,38} = 142,2 \text{ грн / га}$$

Проектowana

$$S_{om_n} = \frac{1,1 \cdot 400000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 1950 \cdot 3,05} = 58,3 \text{ грн / га}$$

Визначення відрахувань на ремонт й амортизацію по с.г. машині

$$S_{om} = \frac{1,1B_m \cdot (Q_{pm} + Q_{km})}{100 \cdot T_{zm} \cdot W_z} \quad (5.8)$$

B_m – ціна с.г. машини, грн $B_{плуга} = 60000$, $B_{РВК} = 100000$, $B_{акп} = 71381$

Q_{pm} – відрахування на реновацію для с.г. машини, % $Q_{pm} = 14,2$;

$Q_{\kappa\mu}$ – відрахування на ТО і ремонт для с.г. машини, % $Q_{\kappa\mu} = 16$;

$T_{\text{гм}}$ – нормативне завантаження с.г. машини, год $T_{\text{гм}} = 200$

Базова

$$S_{\text{омб}} = \frac{1,1 \cdot 60000 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 200 \cdot 1,75} + \frac{1,1 \cdot 100000 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 200 \cdot 4,38} = 94,8 \text{ грн / га}$$

Проектowana

$$S_{\text{омн}} = \frac{1,1 \cdot 71381 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 200 \cdot 3,05} = 38,8 \text{ грн / га}$$

Визначення витрат на паливо

$$G_m = \Pi_m \cdot g_m \quad (5.9)$$

Π – ціна 1 кг палива, грн $\Pi = 45$

g – питомі витрати пального, кг/га

Базова

$$G_{\text{мб}} = 45 \cdot 15,09 + 45 \cdot 7,9 = 1035 \text{ грн / га}$$

Проектowana

$$G_{\text{мн}} = 45 \cdot 8,6 = 387 \text{ грн / га}$$

Визначення загальних витрат

$$I = Z_n + S_{\text{ом}} + S_{\text{ом}} + G_m \quad (5.10)$$

Базова

$$I_{\text{б}} = 53,7 + 142,2 + 94,8 + 1035 = 1325 \text{ грн / га}$$

Проектowana

$$I_n = 22 + 58,3 + 38,8 + 387 = 506 \text{ грн / га}$$

Визначення питомих капітальних витрат

$$S_y = \frac{1,1B_m}{W_{\text{г}} \cdot T_{\text{гм}}} + \frac{1,1B_{\text{м}}}{W_{\text{г}} \cdot T_{\text{гм}}} \quad (5.11)$$

Базова

$$S_{y_{\text{б}}} = \frac{1,1 \cdot 400000}{1,75 \cdot 1150} + \frac{1,1 \cdot 60000}{1,75 \cdot 200} + \frac{1,1 \cdot 400000}{4,38 \cdot 1150} + \frac{1,1 \cdot 100000}{4,38 \cdot 200} = 620 \text{ грн / га}$$

Проектowana

$$S_{yn} = \frac{1,1 \cdot 400000}{3,05 \cdot 1150} + \frac{1,1 \cdot 71381}{3,05 \cdot 200} = 254 \text{ грн / га}$$

Визначення річного економічного ефекту

$$E_z = \left[(I_{\bar{o}} + E_{\bar{o}} \cdot S_{y\bar{o}}) - (I_n + E_n \cdot S_{yn}) + D \right] T_{zm} \cdot W_z \quad (5.12)$$

$$E_z = \left[(1325 + 0,15 \cdot 620) - (387 + 0,15 \cdot 254) + 25 \right] \cdot 200 \cdot 3,05 = 605669 \text{ грн}$$

Термін окупності

$$T_o = \frac{3}{E_z} \quad (5.13)$$

$$T_o = \frac{71381}{605669} = 0,2$$

Результати вартісних розрахунків таблиці зводимо в таблицю 7.3.

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Показники	Одиниці виміру	Базова машина	Проектowana машина
Сумарні витрати на техніку.	грн.	160000	71381
Заробітна плата.	грн/га	53,7	22
Витрати на трактор	грн/га	142,2	58,3
Витрати по с.г. машині.	грн/га	94,8	38,8
Витрати на ПММ	грн/га	1035	387
Разом витрат.	грн/га	1325	506
Питомі капітальні витрати.	грн/га	620	254
Річний економічний ефект.	грн.		605669
Строк окупності.	років		0,2

Висновки

Зведені показники економічної ефективності від впровадження модернізованого знаряддя систематизовано та представлено у таблиці 5.1. Завдяки забезпеченню високої агротехнічної якості обробітку, суттєвій оптимізації витрат часу на технологічну операцію та покращенню вологонакопичувальних властивостей ґрунту, прогнозується зростання врожайності сільськогосподарських культур у межах 5–7%.

Згідно з проведеними розрахунками, очікуваний річний економічний ефект від експлуатації нової машини становить 605 669 грн, що досягається переважно за рахунок додаткового виходу продукції. Термін окупності капітальних інвестицій у розробку є надзвичайно коротким і складає лише 0,2 року (близько одного робочого сезону). Отримані результати є незаперечним доказом техніко-економічної доцільності та високої рентабельності запропонованого рішення щодо модернізації комбінованого ґрунтообробного агрегату.

ВИСНОВКИ

Агрокліматичне обґрунтування: Степова зона України за своїми ґрунтово-кліматичними характеристиками має високий потенціал для стабільного вирощування зернових колосових культур, зокрема озимого ячменю. Проте реалізація цього потенціалу потребує впровадження вологозберігаючих та ґрунтозахисних технологій, що мінімізують негативний вплив посушливих умов регіону.

Обґрунтування об'єкта розробки: На основі аналізу сучасних систем землеробства та існуючих засобів механізації для безполіцевого обробітку ґрунту було визначено напрям модернізації технічних засобів. Об'єктом удосконалення обрано комбінований агрегат АКП-3. Запропонована конструкція є принципово новою, оскільки поєднує голчасті модулі для роботи по стерньовому фоні та зубові робочі органи, спроектовані на засадах біоніки (за аналогією з будовою лапи крота). Це забезпечує інтенсивне крошіння ґрунту без порушення його структури. Теоретичні дослідження: Виконаний комплекс кінематичних розрахунків дозволив детально описати процес взаємодії робочих органів із ґрунтовим середовищем.

Наведені розрахунки дозволяють оцінити по кінематичних характеристиках процес взаємодії робочого органа із ґрунтом, описати траєкторію руху, вийти на методику проектування робочого органа, визначити інерційні сили, що в значній мірі дозволяє оцінити можливість руйнування грудки ґрунту зубом голки.

Для забезпечення якості обробітку - визначено кількість голок на диску, при куті атаки $\alpha = 15^\circ$ їх повинно бути 10 шт. Визначено відстань між дисками на валу батареї, встановленими під кутом атаки. На підставі проведеного розрахунку відстань між дисками повинна становити 800 мм.

Графоаналітичний і аналітичний методи дозволили визначити постановку ріжучої крайки на диску яка становить 71 градус, що забезпечує високу якість розпушування.

Обґрунтовано висоту підйому логарифмічної спіралі лобової поверхні зубчастого робочого органа яка для ґрунтів півдня України повинна бути 25град.

Проведено аналіз стану робіт із забезпечення охорони праці в умовах ТОВ «Олдрідж Груп».

Економічна ефективність: Впровадження модернізованого агрегату АКП-3М забезпечує комплексний економічний ефект за рахунок скорочення термінів польових робіт та покращення вологонакопичення. Очікуваний приріст урожайності складає 5–7%. Розрахунковий річний економічний ефект становить 605 669 грн, а термін окупності капіталовкладень — 0,2 року. Отримані дані підтверджують високу інвестиційну привабливість та техніко-економічну доцільність реалізації даного проєкту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. 84 с.
2. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту. 2011. 29. С. 252–260.
3. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування : навч. посіб. Вінниця : 2019. 234 с.
4. 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.
5. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація. 01.01.1976. Чинність документа відновлена з 26.04.2019 до 01.01.2022 згідно з наказом від 24.04.2019 № 111.
6. Гунько І.В., Бурлака С.А. Оцінка енергетичних показників ґрунтообробного агрегата. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 2 (117). С. 47-52.
7. Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: монографія / [Теслюк Г.В., Волик Б.А., Сокол С.П., Кобець О.М., Семенюта А.М.]. Дніпропетровськ, 2016. 144 с.
8. Закон України «Про охорону праці» Документ 2694-ХІІ, чинний. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
9. 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.
10. 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.

11. Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник. Київ: ІПТО НАПН України, 2015. 291 с.

12. 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>.

13. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlyvi

14. Пивовар В. Комбіновані агрегати вітчизняного розливу [Електронний ресурс] / В. Пивовар // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/836-kombinovani-ahrehaty-vitchyznianoho-rozlyvu.html>.

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

16. Пугач А.М. Обґрунтування параметрів культиваторних лап, оснащених елементами локального зміцнення /А.М. Пугач автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва/ А.М.Пугач Вінниця 2010. 20с.

17. Середа Л.П., Швець Л.В. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. 3(110). С. 117–125.

18. Степанець О.І. Обґрунтування параметрів і конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / Степанець Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. 74с.

19. Техніка для передпосівного обробітку ґрунту [Електронний ресурс] //

Журналу «Цукровий бізнес». – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/tehnika-dla-peredposivnogo-obrobitku-gruntu>.

20. Ткач О. В. Використання комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту / О. В. Ткач // Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків “Наукові основи виробництва цукрових буряків та інших культур бурякової сівозміни в сучасних економічних та екологічних умовах”. Книга 2. – К.: ІЦБ, 1998. С. 114 – 119.

21. 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.

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 комбінованого обробітку ґрунту з розробкою
конструкції комплексного агрегату »

Здобувач

Маленік О.С.

Науковий керівник,
доцент

Пономаренко Н.О.

Дніпро-2026

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ



АГК-3 (Veles Agro)



АКМ-3



АКПК-3 (АгроКалина)



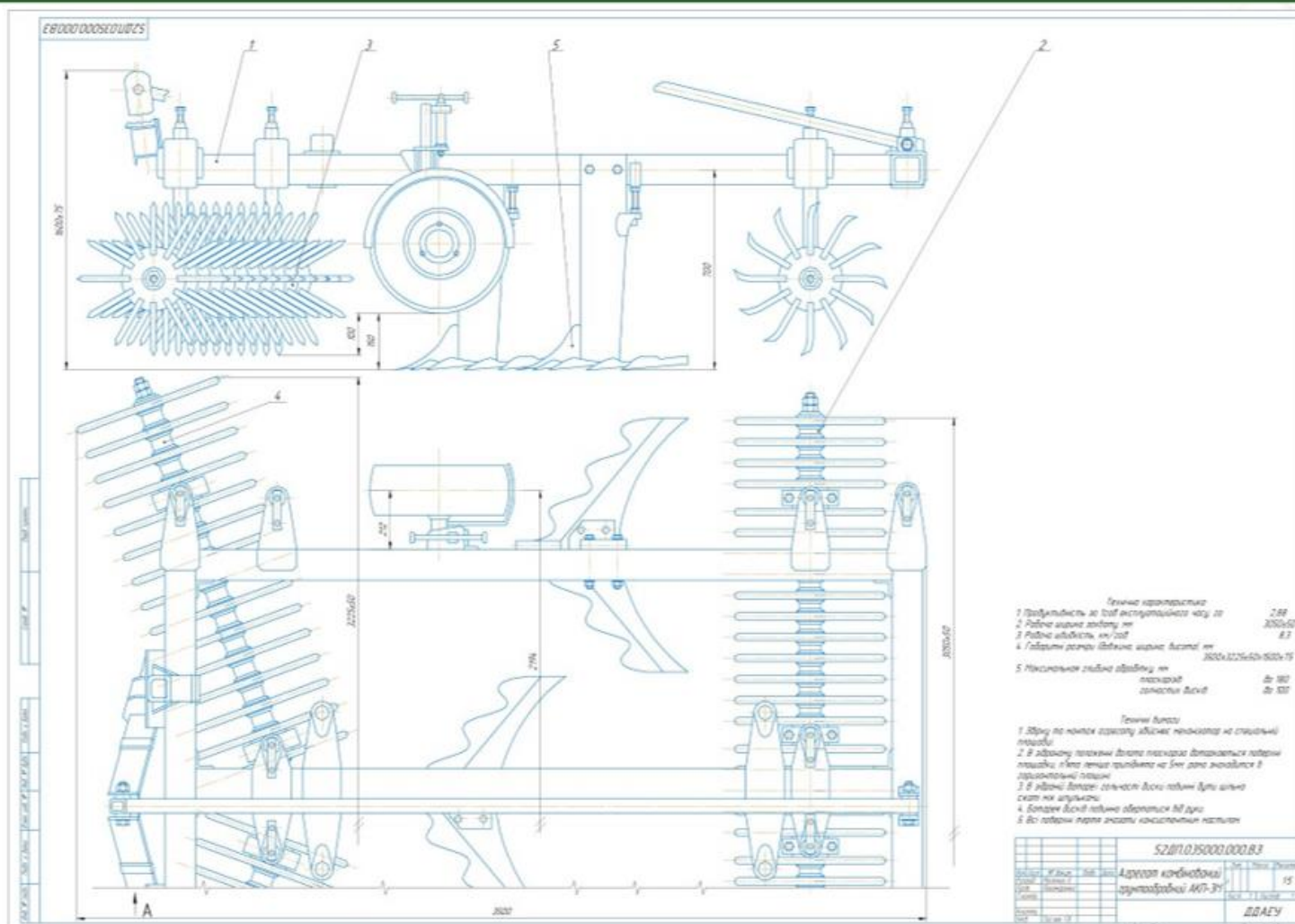
Ceus-2TX (Amazone)

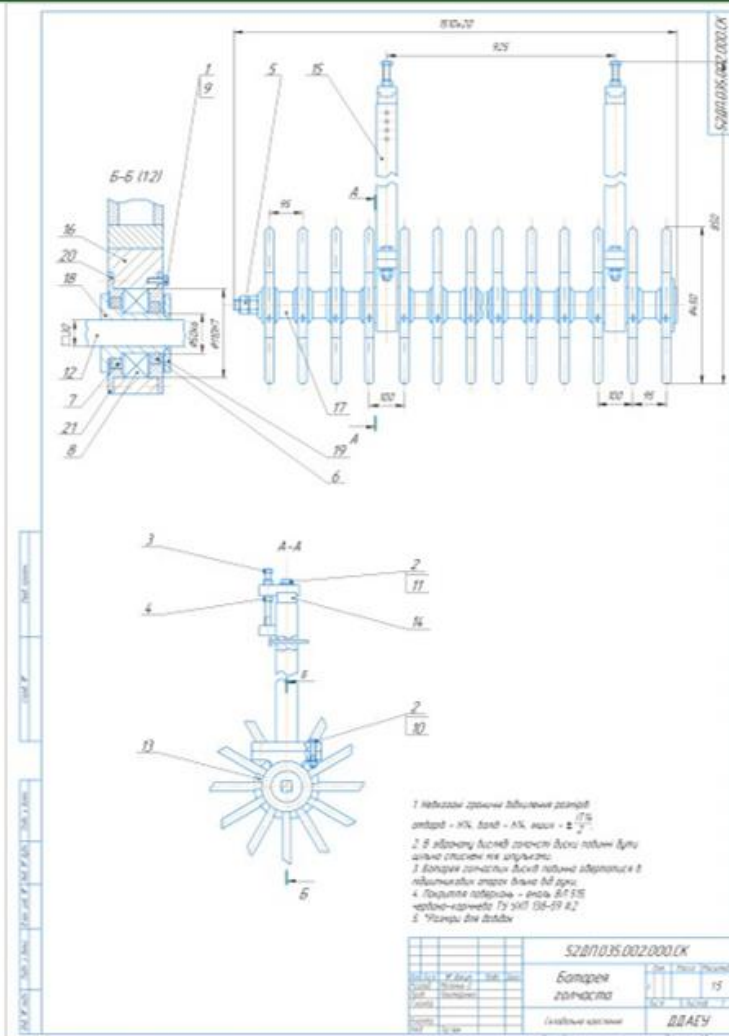
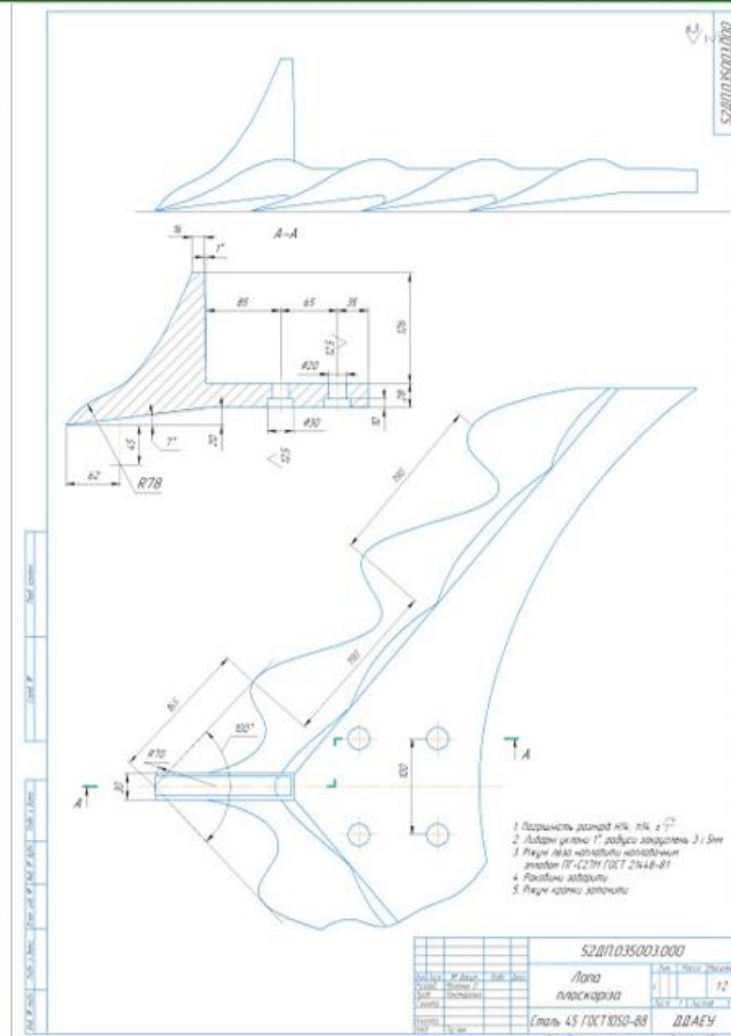


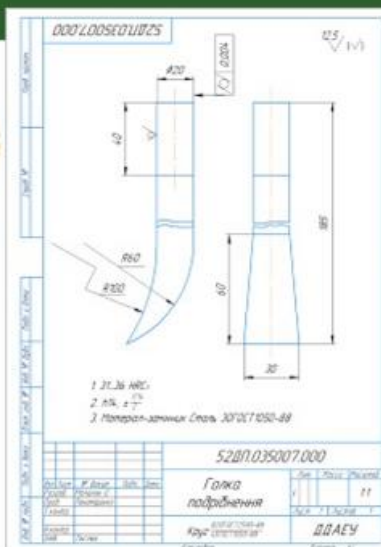
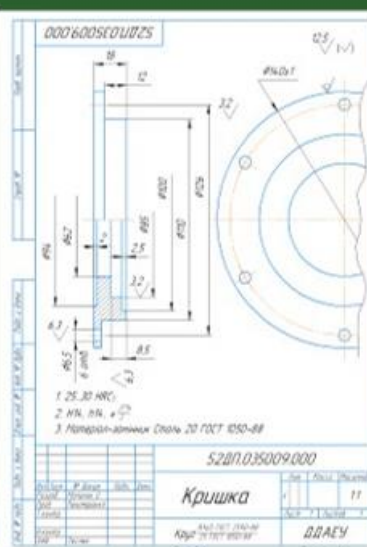
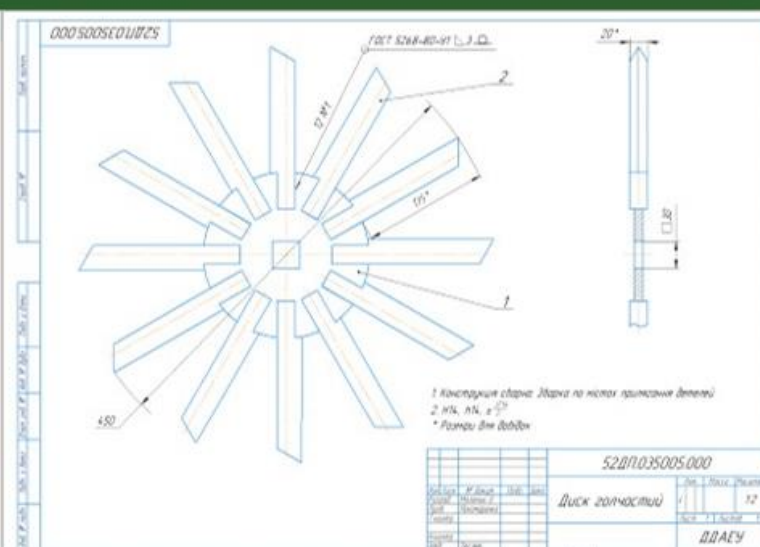
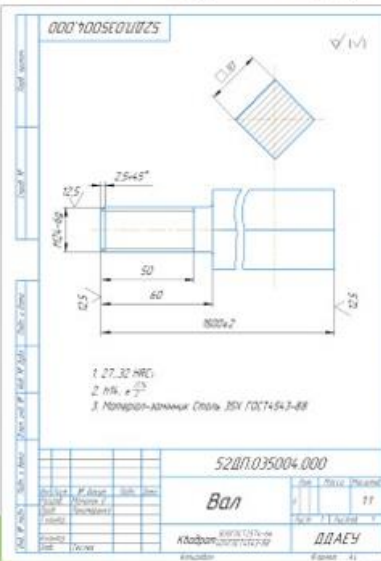
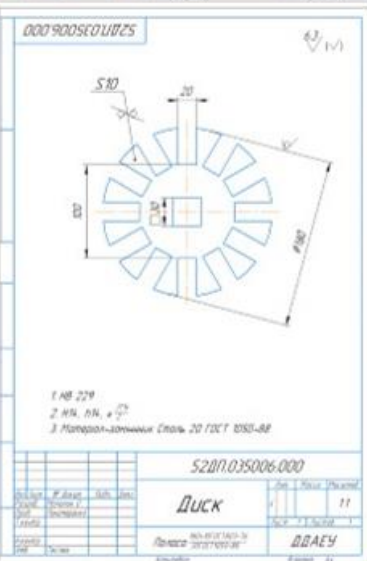
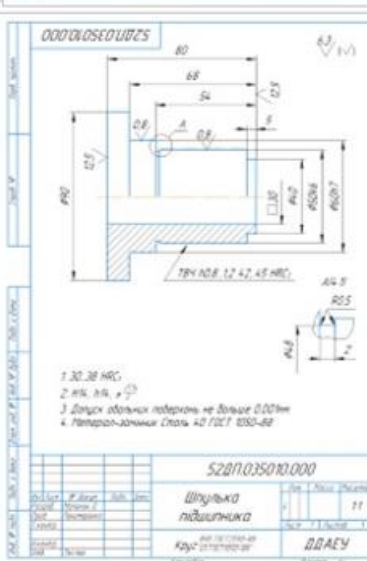
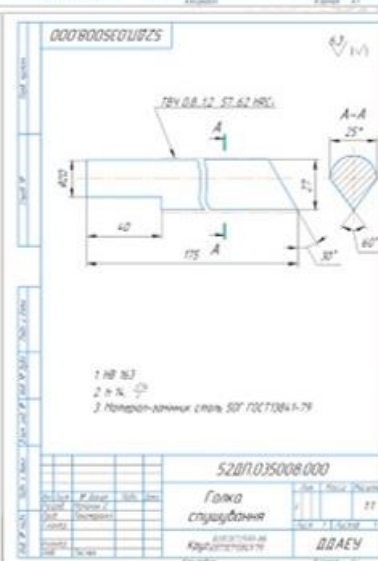
КПН-3 (Промінь «ІСМ»)



АКТ-3 (Уманьферммаш)









Техніко-економічні показники роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Показники	Одиниці виміру	Базова машина	Проектована машина
Сумарні витрати на техніку.	грн.	160000	71381
Заробітна плата.	грн/га	53,7	22
Витрати на трактор	грн/га	142,2	58,3
Витрати по с.г. машині.	грн/га	94,8	38,8
Витрати на ПММ	грн/га	1035	387
Разом витрат.	грн/га	1325	506
Питомі капітальні витрати.	грн/га	620	254
Річний економічний ефект.	грн.		605669
Строк окупності.	років		0,2

ВИСНОВКИ



Зона степу України є сприятливою зоною (за кліматичними та ґрунтовими умовами) для вирощування зернових колосових культур в тому числі і озимого ячменю і здатна мати стабільні врожаї всіх без винятку сільськогосподарських культур. Виконано обґрунтування ґрунтозахисних технологій обробки ґрунту систем землеробства пропонує для умов півдня України. Зроблено огляд комбінованих ґрунтообробних агрегатів ґрунтозахисного безпліщового обробки ґрунту що в свою чергу дозволило обґрунтувати об'єкт вдосконалення. Так, запропоновано розробку універсального комбінованого знаряддя на базі комбінованого ґрунтообробного агрегату АКПЗ, що є принципово новою з погляду виконання вимог агротехніки. Агрегат має голчасті робочі органи які призначені для розпушування ґрунту по стерньовому тлу, плоскорізні робочі органи в основу яких положено біологічну будову лапи крота, і такий робочий орган забезпечує дуже високу якість кришення, а також голчасті робочі органи для подрібнення.

Наведені розрахунки дозволяють оцінити по кінематичних характеристиках процес взаємодії робочого органа із ґрунтом, описати траєкторію руху вийти на методику проектування робочого органа, визначити інерційні сили, що в значній мірі дозволяє оцінити можливість руйнування грудки ґрунту зубом голки.

Для забезпечення якості обробки - визначено кількість голок на диску, при куті атаки 15 градусів їх повинно бути 10 шт. Визначено відстань між дисками на валу батареї, встановленими під кутом атаки. На підставі проведеного розрахунку відстань між дисками повинна становити 800 мм.

Графоаналітичний і аналітичний методи дозволили визначити постановку ріжучої крайки на диску яка становить 71 градус, що забезпечує високу якість розпушування.

Обґрунтовано висоту підйому логарифмічної спіралі лобової поверхні зубчастого робочого органа яка для ґрунтів півдня України повинна бути 25 град.

Проведено аналіз стану робіт із забезпечення охорони праці в умовах ТОВ «Олдрідж Груп».

Показники економічної ефективності застосування нового знаряддя з урахуванням високої якості роботи нового знаряддя економії часу на обробку, накопичення вологості, збільшення врожайності від 5 до 7% показують, що річний економічний ефект від уведення нової машини склав 605669 грн., а окупиться розробка за 0,2 роки, що дозволяє судити про доцільність даного рішення по розробці комбінованого ґрунтообробного знаряддя.