

**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 дипломної роботи
освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення механізації суцільного обробітку
грунту з модернізацією культиватора КПС-4**

Виконав: студент 4 курсу,
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____Щусь Олександр Миколайович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

ініціали

(прізвище,

« ____ » _____ 2025 р.

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

Щусь Олександр Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації суцільного обробітку ґрунту з модернізацією культиватора КПС-4

Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 30.05.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих машин. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Коротка характеристика підприємства. 2. Аналіз способів і технічних засобів. 3. Обґрунтування конструктивних параметрів. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Висновки та пропозиції. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 16.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.09.2024 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2024 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 24.02.2025 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 31.03.2025 р.	Виконав
5	Економічний	до 28.04.2025 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 30.05.2025 р.	Виконав

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Щусь Олександр Миколайович Удосконалення механізації суцільного обробітку ґрунту з модернізацією культиватора КПС-4 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У першому розділі представлено аналіз діяльності базового господарства.

У другому розділі проведено огляд існуючих конструкцій та технічних рішень за темою проєкту.

У третьому розділі представлено обґрунтування технологічного процесу та конструкції.

У четвертому розділі приведено основні заходи з охорони праці при роботі з розробленою конструкцією.

У п'ятому розділі приведено оцінку економічної ефективності від впровадження.

Дипломний проєкт виконано на 60 сторінках машинописного тексту, містить 33 джерел використаної літератури.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА.....	10
Висновки.....	13
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ і СПОСОБІВ.....	14
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні	14
2.2 Конструкцій існуючих огляд	17
Висновки.....	26
3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ	28
3.1 Конструкції розробленої опис	28
3.2 Лапи з хвостовиком проектування.....	29
3.3 Лапи поверхні проектування розгортки.....	36
3.4 Органів робочих запобіжник.....	37
3.5 Оптимізація периметру ріжучого.....	40
3.6. Практичні рекомендації до використання культиватора КПС-4.....	43
Висновки.....	47
4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	48
Висновки.....	51
5 ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ ЕКОНОМІЧНЕ	52
Висновки.....	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	56
ЛІТЕРАТУРА.....	58
ДОДАТКИ.....	61

ВСТУП

Поверхневий обробіток ґрунту є важливою складовою системи основного та передпосівного обробітку, спрямованою на створення сприятливих агрофізичних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур, збереження вологи, знищення бур'янів, зменшення ущільнення ґрунту, а також попередження ерозійних процесів. У сучасних умовах інтенсифікації сільського господарства, за наявності кліматичних змін і зростання вимог до екологічної безпеки, поверхневий обробіток набуває дедалі більшого значення як з агротехнічної, так і з економічної точок зору.

На відміну від традиційного глибокого обробітку, поверхневий вплив охоплює лише верхній (до 12–16 см) шар ґрунту, забезпечуючи при цьому необхідне розпушення, вирівнювання поверхні, часткове перемішування залишків рослин, збереження структури ґрунтового профілю та мікробіологічної активності. Такий підхід дозволяє знизити енергетичні витрати, зменшити інтенсивність вивітрювання органічної речовини, зберегти природну вологість і підвищити загальну стабільність агроєкосистеми.

В умовах сучасного землеробства поверхневий обробіток виконує декілька ключових функцій: агротехнічну, екологічну та економічну. З агротехнічного боку він забезпечує оптимальні умови для проростання насіння, зменшує щільність орного шару, поліпшує водно-повітряний режим. Екологічна функція проявляється у зниженні ризику деградації ґрунтів, збереженні біорізноманіття та зменшенні шкідливого впливу на навколишнє середовище. Водночас економічна ефективність досягається завдяки скороченню витрат пального, зменшенню зношення техніки та підвищенню продуктивності праці.

Успішне впровадження поверхневого обробітку ґрунту можливе лише за умови застосування відповідної техніки та обґрунтованого вибору її параметрів. Широкий спектр машин і знарядь – дискові й лемішні борони, плоскорізи, культиватори, комбіновані агрегати – дозволяє ефективно

адаптувати технологічний процес до особливостей ґрунтового-кліматичних умов, типу ґрунтів, попередників та сільськогосподарських культур.

Останні наукові дослідження й практичні спостереження свідчать про зростаючу ефективність поверхневого обробітку в умовах сталого землеробства. Особливо актуальним є його використання у зоні недостатнього зволоження, де глибокий обробіток часто призводить до надмірного висушування орного шару. Крім того, в умовах стрімкого подорожчання енергоносіїв та зростання цін на ресурси, важливість мінімізації обробітку набуває нового значення як засобу зниження собівартості вирощування сільськогосподарських культур.

Таким чином, поверхневий обробіток ґрунту є не лише агротехнічним заходом, але й стратегічним елементом сучасних агротехнологій. Його раціональне використання сприяє формуванню продуктивного ґрунтового середовища, стабілізації урожайності, зниженню навантаження на довкілля та підвищенню загальної ефективності виробництва. У подальших підрозділах буде розглянуто класифікацію способів поверхневого обробітку, вимоги до технічних засобів, сучасні тенденції в механізації процесу та результати оцінки ефективності різних агротехнічних рішень у практиці ведення сільського господарства.

У процесі вибору оптимальної технології поверхневого обробітку ґрунту важливим чинником є врахування типу ґрунтів, рівня їх ущільнення, наявності рослинних решток, вмісту вологи, а також системи сівозміни. Застосування універсального підходу без урахування вищенаведених чинників часто призводить до зниження ефективності обробітку, погіршення структури ґрунту та нерівномірного проростання культур. Саме тому сьогодні особливого значення набуває впровадження адаптивних технологій, які дозволяють оперативно змінювати глибину, інтенсивність і спосіб впливу на ґрунт відповідно до конкретних умов господарства.

Окрім суто агрономічних та технічних аспектів, поверхневий обробіток має важливий ресурсозберігаючий потенціал. Мінімізація глибини обробки

сприяє зниженню навантаження на енергетичні ресурси, зменшенню зношення робочих органів машин, а також зниженню викидів вуглецю в атмосферу. Це відкриває перспективи не лише для зменшення витрат, але й для формування більш екологічно сталих моделей сільськогосподарського виробництва.

У цьому контексті важливим є також удосконалення конструкцій сільськогосподарських машин для поверхневого обробітку. Сучасні технологічні рішення передбачають використання комбінованих агрегатів, які здатні за один прохід виконувати кілька операцій: розпушення, вирівнювання, часткове мульчування та ущільнення ґрунту. Це сприяє зменшенню кількості проходів техніки полем, зниженню ущільнення орного шару, а також економії часу та ресурсів.

З огляду на вищезазначене, поглиблений аналіз теоретичних засад, методів і технічних засобів його реалізації, а також оцінка ефективності різних підходів до організації обробітку дозволяють не лише підвищити врожайність культур, а й забезпечити сталий розвиток аграрного виробництва в умовах сучасних викликів. У подальших розділах роботи детально розглянуто технологічні схеми обробітку, конструктивні особливості відповідних машин, а також результати експериментальних досліджень ефективності їх використання в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

С(Ф)Г «Самара» Новомосковського району Дніпропетровської області розташоване в степовій зоні України, на півночі Дніпропетровської області. Загальна площа власних і орендованих земель складає 250 га. Діяльністю господарства є виробництво, переробка та реалізація сільськогосподарської продукції. В господарстві здійснюється облік результатів роботи, ведеться оперативний, статистичний і бухгалтерський облік

Знаходиться господарство на відстані 30 км від м. Самар і на відстані 60 км від м. Дніпро.

Клімат – помірно-континентальний і характеризуються досить сприятливими умовами для вирощування сільськогосподарських культур. Клімат регіону виражається такими параметрами:

- переважаючий напрям вітрів – північно-західний.
- середня температура : влітку - +28°C, взимку - -15 °C.
- річна кількість опадів – 500... 550 мм;
- кількість сонячних днів за рік – 225... 240

За кількістю опадів господарство знаходиться в зоні помірного зволоження. Річна сума опадів становить 500-570 мм, з них в теплий період випадає 340 мм.

В господарстві переважають чорноземи та дерново-підзолисті ґрунти, суглинкового механічного складу. Дані ґрунти обумовлюють достатньо високу врожайність сільськогосподарських культур, особливо зернових культур та цукрових буряків.

В табл.1.1. приведена структура посівів сільськогосподарських культур.

Отже, охарактеризувавши й аналізуючи діяльність підприємства С(Ф)Г «Самара» ми бачимо, що господарство підтримує стабільні посівні площі культур, а також їх співвідношення між собою, для ефективного рослинництва з якомога більшою рентабельністю.

На нашу думку господарству доцільно зменшити розораність земель та більшу кількість земель відвести під пари.

Таблиця 1.1.

Земельний фонд і його структура на 05.05. 2024 року

Сільськогосподарська культура	Площа, га
Пшениця озима	175
Соняшник	50
Пари	25
Всього	250

Врожайність за останні три роки наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

№	Культура	2022 р. ц/га	2023 р. ц/га	2024 р. ц/га
1	Озима пшениця	33,9	37	45
2	Соняшник	20,8	21	22

З нашої точки зору господарству «Самара» потрібно оновлювати машинно-тракторний та автомобільний парк, що забезпечить підвищення продуктивності праці та підвищення показників врожайності.

Таблиця 1.3.

Склад та структура машинно-тракторного парку

№	Найменування	Кількість, шт.
Комбайни:		
1	ДОН-1500	1
2	КЗС-9-1	1
Трактори:		
3	ЮМЗ-6	3
4	МТЗ-82	2

Автомобілі:		
5	КАМАЗ-5320	1
6	ЗИЛ-131	1

В табл. 1.4. приведено перелік наявної сільськогосподарської техніки станом на 05.05.24.

Таблиця 1.4.

Перелік наявної сільськогосподарської техніки

№	Найменування	Кількість, шт.
1	ПТС-9	2
2	ПЕ-1	1
3	КУН-0,6	1
4	ПЛН-3-35	2
5	БДВП-4,2	2
6	БДН-2	2
7	КПС-4	2
8	КРН-5,6	3
9	СУПН-8	3
10	СЗ-3,6	3

Більша частина паливо мастильних матеріалів (ПММ) доставляють в господарство з м. Самар автомобілем SCANIA.

Мастила зберігаються у відведеному на машинному дворі місці. Відпрацьовані нафтопродукти після заміни, збираються в ємкості і здаються на нафтопереробне підприємство. Велике значення в господарстві приділяють якості ПММ.

Більшість часу сільськогосподарська техніка знаходиться на зберіганні, і від того, як організоване це зберігання залежить її працездатність.

У С(Ф)Г «Самара» техніка зберігається в спеціально обладнаних приміщеннях та майданчику. Комбайни та трактори зберігаються у критих боксах на бетонному полу. На майданчику зберігається ґрунтообробна та посівна техніка, причепи. На регульовальному майданчику відбувається налаштування та регулювання сівалок, культиваторів, лушпильників, плугів, котків. Бокси обладнані оглядовими ямами.

Після закінчення збору врожаю комбайни ретельно очищуються від пилу та пожнивних решток за допомогою компресора, змащуються всі робочі вузли, відбувається оцінка технічного стану машин та відправка їх на зберігання. Так як і всі підприємства сільськогосподарського виробництва господарство має свою ремонтно-обслуговуючу базу, де проводяться всі необхідні види ремонту, чергового технічного обслуговування та зберігання сільськогосподарської техніки.

Висновки

У результаті проведеного аналізу господарської діяльності фермерського господарства було встановлено основні показники його виробничо-фінансової діяльності, визначено сильні та слабкі сторони функціонування, а також виявлено резерви підвищення ефективності. Господарство демонструє стабільні обсяги виробництва, задовільний рівень рентабельності та позитивну динаміку розвитку за окремими показниками. Разом із тим існують певні проблеми, пов'язані з недостатнім оновленням матеріально-технічної бази, сезонністю виробництва та обмеженістю фінансових ресурсів. Виявлені тенденції свідчать про необхідність впровадження сучасних технологій, підвищення рівня механізації виробничих процесів та оптимізації витрат. Отримані результати можуть бути використані як основа для прийняття управлінських рішень з метою підвищення економічної ефективності господарства.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Основні агротехнічні вимоги до поверхневого обробітку ґрунту культиваторами

Забезпечення необхідної глибини обробітку.

Глибина розпушення повинна відповідати агротехнічним нормам для конкретної культури та ґрунтово-кліматичних умов і, як правило, становить 4 – 16 см. Важливою є стабільність глибини по всій ширині захвату агрегату.

Якісне розпушення і кришення ґрунту.

Після проходу культиватора повинна формуватися дрібнозерниста структура з переважанням грудочок діаметром 1–5 см, що сприяє доброму насіннєвому ложу та покращує водопроникність.

Рівномірність обробітку по ширині захвату.

Робочі органи повинні забезпечувати рівномірний розподіл впливу на поверхню ґрунту без пропусків, поглиблень або необроблених ділянок.

Збереження вологи у ґрунті.

Культиватори повинні мінімізувати втрати вологи, створюючи мульчуючий шар на поверхні поля, особливо у посушливих районах.

Ефективне знищення бур'янів.

Поверхневий обробіток має забезпечувати підрізання та часткове вивертання сходів бур'янів і проростаючих насінин, що знижує конкуренцію для культурних рослин.

Недопущення ущільнення ґрунту.

Конструкція культиватора та вибір робочих органів мають запобігати утворенню ущільнених шарів (плужної підшви) і структурному руйнуванню ґрунту.

Вирівнювання поверхні поля.

Після проходу агрегату поверхня поля повинна бути вирівняною з допустимими перепадами висот, що полегшує наступні технологічні операції (посів, догляд тощо).

Агрегатування з енергозасобами відповідної потужності.

Забезпечення відповідного тягового опору та швидкості руху (переважно 6–10 км/год) для якісного виконання операцій без перевантаження техніки.

Адаптація до різних типів ґрунтів і умов.

Культиватор має мати змінні або регульовані робочі органи, що дозволяє ефективно працювати на різних за щільністю і вологістю ґрунтах.

Мінімальне пошкодження рослинних решток та залишення мульчі.

У системах мінімального обробітку важливо забезпечити збереження частини рослинних решток на поверхні поля для захисту ґрунту від ерозії та збереження вологи.

Стійкість до забивання робочих органів.

Робочі органи культиватора повинні бути конструктивно пристосовані до роботи в умовах наявності великої кількості рослинних решток або підвищеної вологості, щоб уникати забивання і зупинок агрегату.

Мінімальний вплив на біологічну активність ґрунту.

Поверхневий обробіток не повинен порушувати природні біологічні процеси в орному шарі, особливо в системах органічного та ресурсозберігаючого землеробства.

Універсальність використання.

Сучасні культиватори мають бути адаптовані до виконання кількох технологічних операцій за один прохід: розпушення, вирівнювання, підрізання бур'янів, часткове ущільнення або мульчування.

Регулювання параметрів обробітку.

Агрегати повинні мати зручну систему налаштування глибини, кута атаки робочих органів, міжряддя тощо – для адаптації до умов поля й агротехнічних вимог конкретної культури.

Екологічна безпечність обробітку.

Застосування культиватора не повинно спричиняти деградаційних процесів, таких як водна або вітрова ерозія, забруднення повітря пилом чи руйнування структури ґрунту.

Висока продуктивність та надійність у роботі.

Агрегат повинен забезпечувати високу якість обробітку при достатній ширині захвату і швидкості руху, бути технічно надійним в умовах тривалої експлуатації.

Сумісність з іншими сільськогосподарськими агрегатами.

Культиватор має агрегатуватися з тракторами відповідного тягового класу, мати можливість дообладнання котками, боронами, сівалками тощо – для створення комбінованих агрегатів.

Низькі експлуатаційні витрати.

Обладнання повинно мати економічно обґрунтовані витрати на обслуговування, ремонт і паливно-мастильні матеріали при одночасному збереженні якості виконання робіт.

Забезпечення рівномірного розподілу навантаження між робочими органами.

Конструкція культиватора повинна гарантувати рівномірне заглиблення кожного робочого органа по ширині захвату, що сприяє стабільній якості обробітку на всіх ділянках поля.

Можливість роботи в умовах мінімального обробітку.

Культиватор має бути придатним для використання у технологіях mini-till та strip-till, де важлива мінімальна деструкція ґрунту і максимальне збереження рослинних решток на поверхні.

Безпечність експлуатації та простота обслуговування.

Машина повинна відповідати вимогам техніки безпеки, мати зручний доступ до вузлів для огляду, налаштування та технічного обслуговування.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Культиватори для суцільного обробітку ґрунту є важливими сільськогосподарськими машинами, що використовуються для обробітку землі в аграрному виробництві. Вони виконують різні функції, зокрема розпушування ґрунту, знищення бур'янів, покращення водно-повітряного режиму ґрунту, а також сприяють ефективному передпосівному обробітку. Розвиток технологій обробітку ґрунту та удосконалення конструкцій культиваторів дозволяють підвищити ефективність та економічність роботи сільськогосподарської техніки. У цьому огляді розглядаються основні конструкції культиваторів для суцільного обробітку ґрунту, їх типи та характеристики.

Основні типи культиваторів для суцільного обробітку ґрунту

Культиватори для суцільного обробітку ґрунту можна поділити на кілька основних типів залежно від конструктивних особливостей та призначення:

- Дискові культиватори

- Лапові культиватори

- Ротаційні культиватори

- Комбіновані культиватори

- Дискові культиватори

Дискові культиватори є одними з найпоширеніших типів культиваторів для суцільного обробітку ґрунту. Основним елементом конструкції є диски, які здійснюють обробіток ґрунту за рахунок обертання та прорізання поверхні. Дискові культиватори мають високу маневреність і можуть ефективно працювати навіть на важких ґрунтах.

Переваги дискових культиваторів:

- Здатність працювати на ґрунтах різної консистенції, в тому числі на важких та засмічених.

- Висока швидкість обробітку.

Підходять для суцільного обробітку на великих площах.

Недоліки:

Можуть спричиняти ущільнення ґрунту при використанні на вологих або важких ґрунтах.

Не завжди ефективні для глибокого обробітку.

Приклад конструкції: Дискові культиватори можуть мати різну кількість рядів дисків (зазвичай від 2 до 6), а також різні кути нахилу дисків, що дозволяє змінювати агресивність обробітку та регулювати глибину. Конструкція може включати додаткові елементи для регулювання ширини захвату та адаптації до умов конкретного господарства.

Лапові культиватори

Лапові культиватори використовують спеціальні лапи, що прорізають ґрунт, розпушують його та знищують бур'яни. Цей тип культиваторів є дуже ефективним для середнього та глибокого обробітку ґрунту. Лапи можуть бути різної форми і конструкції, залежно від умов експлуатації.

Переваги лапових культиваторів:

Висока ефективність для глибокого обробітку ґрунту.

Можливість роботи на ґрунтах різної структури.

Добре розпушують ґрунт, покращують водопроникність і аерацію.

Недоліки:

Висока споживана потужність на важких ґрунтах.

Не завжди ефективні при роботі з великими обсягами пожнивних решток.

Приклад конструкції: Лапові культиватори часто мають регульовану глибину обробітку за допомогою зміни кута нахилу лап або наявності додаткових секцій. У конструкціях часто використовуються модулі для зміни ширини захвату та кількості лап.

Ротаційні культиватори

Ротаційні культиватори оснащені роторами або фрезами, які обертаються, розпушують ґрунт і знищують бур'яни. Вони забезпечують

високу якість обробітку ґрунту на різних глибинах, а також дозволяють досягти рівномірного розпушування ґрунту.

Переваги ротаційних культиваторів:

Здатність працювати на важких і ущільнених ґрунтах.

Висока ефективність обробітку на глибоких шарах ґрунту.

Рівномірне розпушування ґрунту, що покращує його структуру.

Недоліки:

Висока потреба в потужності

Може потребувати більшого технічного обслуговування через знос роторів.

Приклад конструкції: Ротаційні культиватори часто мають кілька роторів, розташованих на певній відстані один від одного, що дозволяє обробляти ґрунт з високою ефективністю. Регулювання глибини обробітку здійснюється за допомогою спеціальних механізмів, що змінюють положення роторів.

Комбіновані культиватори

Комбіновані культиватори є конструкціями, що поєднують кілька робочих органів, таких як диски, лапи та ротори, з метою підвищення ефективності обробітку ґрунту. Ці культиватори можуть виконувати кілька операцій одночасно, що знижує витрати на паливо та зменшує кількість агротехнічних операцій.

Переваги комбінованих культиваторів:

Можливість виконання кількох операцій в одному проході.

Підвищення ефективності обробітку ґрунту.

Зниження витрат на паливо та робочий час.

Недоліки:

Вища вартість у порівнянні з однокомпонентними культиваторами.

Складність в налаштуванні та обслуговуванні. Приклад конструкції: Комбіновані культиватори можуть включати дискові елементи для

попереднього розпушування ґрунту, лапи або роторні елементи для глибокого обробітку та додаткові пристрої для підрівнювання ґ

Конструктивні особливості сучасних культиваторів

Сучасні культиватори для суцільного обробітку ґрунту розробляються з урахуванням потреб високопродуктивного, енергоощадного та екологічно безпечного землеробства. Вони мають низку конструктивних рішень, які забезпечують не лише якісну агротехнічну дію, але й зручність експлуатації та технічного обслуговування.

Рама культиватора

Рама є основою конструкції, до якої кріпляться всі інші елементи. Вона повинна бути достатньо жорсткою, щоб витримувати динамічні навантаження при обробітку ґрунту. У сучасних моделях застосовуються рами з високоміцних сталей або легких сплавів, що дозволяє зменшити масу конструкції без втрати міцності. Часто використовуються шарнірно-зчленовані секції, які дають змогу культиватору точно копіювати рельєф поля.

Робочі органи

До робочих органів культиватора належать:

Лапи: мають різну форму (стрілчаста, долотоподібна, зубчаста) залежно від глибини обробітку та цільового призначення.

Диски: встановлюються попарно або в ряди, часто мають хвилясту або зубчасту форму для кращого розпушування.

Ротори або фрези: використовуються в ротаційних та фрезерних культиваторах, що дозволяє досягати високої якості розпушування навіть на запущених ділянках.

Сучасні конструкції передбачають можливість швидкої заміни та регулювання робочих органів, що значно скорочує час на технічне обслуговування.

Механізми регулювання

Культиватори оснащуються механізмами регулювання глибини обробітку, ширини захвату, кута атаки робочих органів. Це можуть бути як

механічні пристрої, так і гідравлічні системи з дистанційним керуванням. У деяких моделях використовується електронне керування з GPS-навігацією для точного землеробства, що дозволяє автоматично регулювати параметри обробітку залежно від польових умов.

Додаткове обладнання

У комплектацію сучасних культиваторів можуть входити:

Котки: прикочувальні, зубчасті або шпорові, які вирівнюють поверхню ґрунту після проходу культиватора.

Борони: для додаткового подрібнення грудок і знищення бур'янів.

Сівалки або пристрої для внесення добрив: дають змогу об'єднати кілька технологічних операцій в одному проході.

Тенденції розвитку конструкцій культиваторів

У сучасному аграрному машинобудуванні простежується кілька ключових тенденцій, що впливають на розвиток конструкцій культиваторів:

Модульність: можливість адаптації культиватора до різних умов шляхом швидкої зміни конфігурації.

Енергозбереження: удосконалення геометрії робочих органів для зниження тягового опору та витрати пального.

Інтеграція з цифровими технологіями: застосування систем моніторингу та автоматичного керування дозволяє підвищити точність та ефективність обробітку.

Полегшення обслуговування: використання безінструментальних з'єднань, швидкозмінних елементів, діагностичних систем.

Порівняльна характеристика поширених моделей культиваторів

Для практичного застосування важливо не лише знати типи культиваторів, а й орієнтуватися в наявних на ринку зразках. Наведемо короткий приклад порівняння трьох популярних моделей культиваторів:

Показник	Культиватор А	Культиватор В	Культиватор С
Тип	Дисковий	Лаповий	Комбінований
Ширина захвату, м	4,5	3,0	6,0
Глибина обробітку, см	до 15	до 30	до 25
Споживана потужність, к.с.	120	150	180
Додаткове обладнання	коток	борона	сівалка, коток

Рисунок 2.1 – Базові типи культиваторів

Як видно, вибір моделі залежить від обсягів робіт, умов ґрунту, потужності наявного тягача та бажаної ефективності.

Практичне значення вибору конструкції культиватора

Раціональний вибір конструкції культиватора має велике практичне значення. Невідповідність техніки типу ґрунту чи умов обробітку може призвести до неефективного використання пального, швидкого зношування елементів і навіть до зниження врожайності через порушення структури ґрунту. З іншого боку, правильне поєднання конструктивних особливостей із агротехнічними вимогами забезпечує стабільну роботу машини, якісне розпушування ґрунту, ефективне знищення бур'янів і мінімізацію ущільнення оброблюваного шару.

В умовах сучасного землеробства зростає роль адаптивних рішень — техніки, яка може бути налаштована під різні технології обробітку (традиційна, мінімальна, нульова). Багато сучасних моделей передбачають гнучку зміну конфігурації, що дозволяє використовувати один агрегат для кількох типів обробітку.

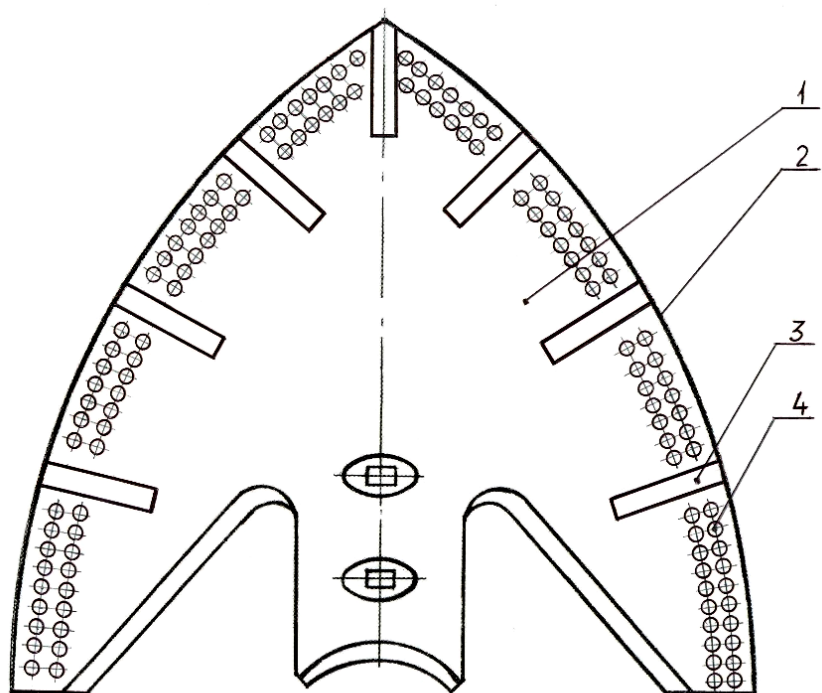


Рисунок 2.2 – № 37351

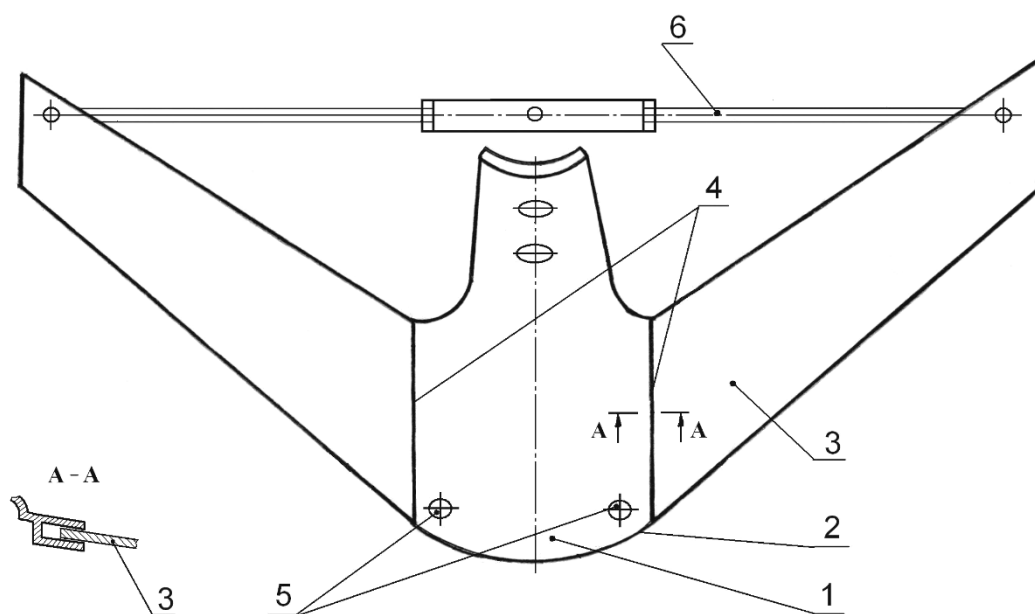


Рисунок 2.3 – № 37404

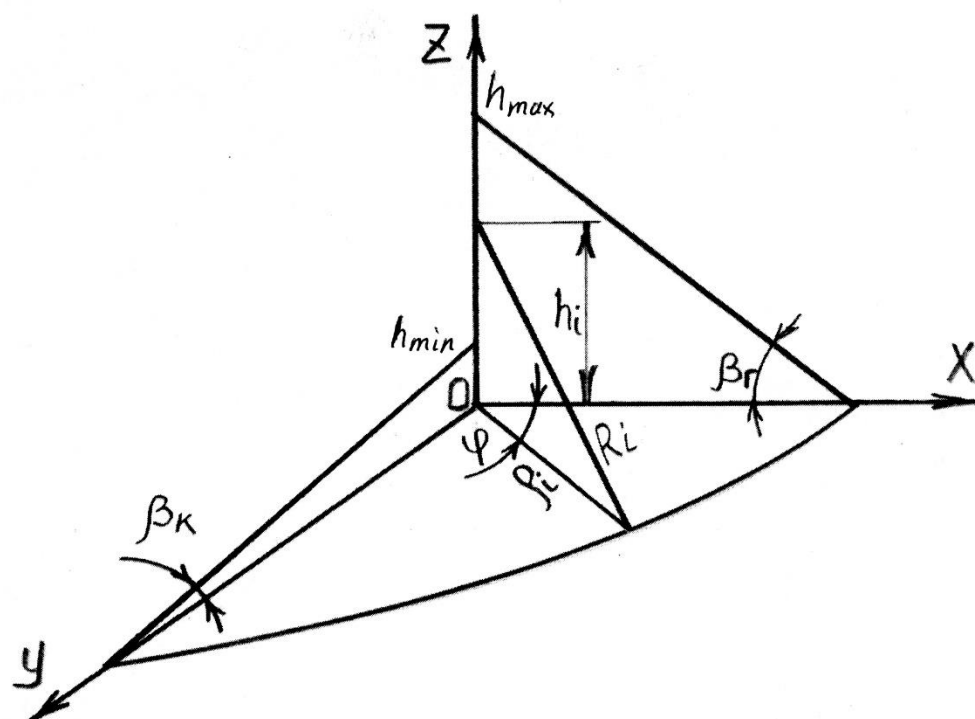


Рисунок 2.4 – № 33018

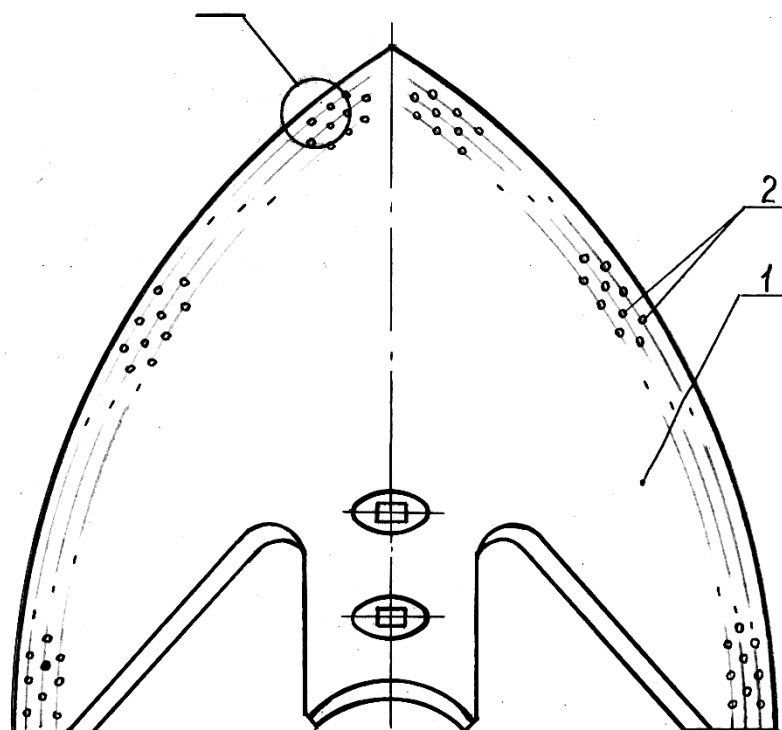


Рисунок 2.5 – № 31616

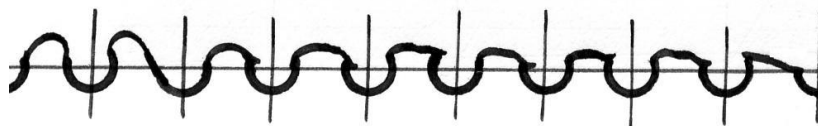


Рисунок 2.6 – № 31616

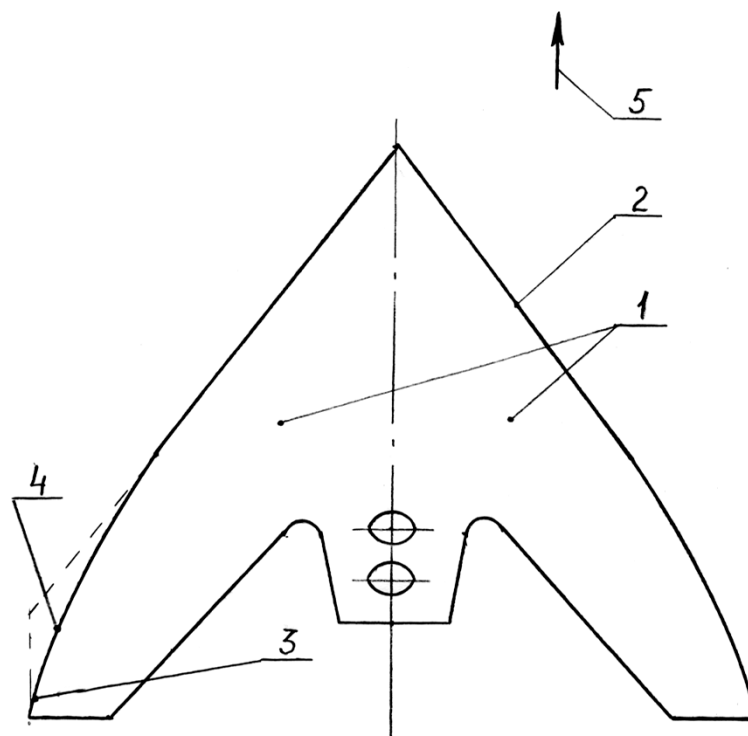


Рисунок 2.7 – № 29371

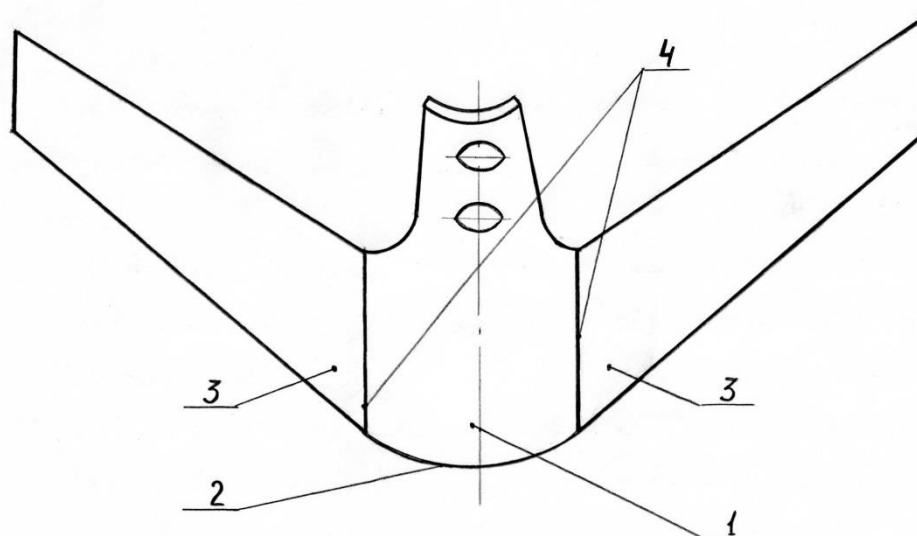


Рисунок 2.8 – № 29561

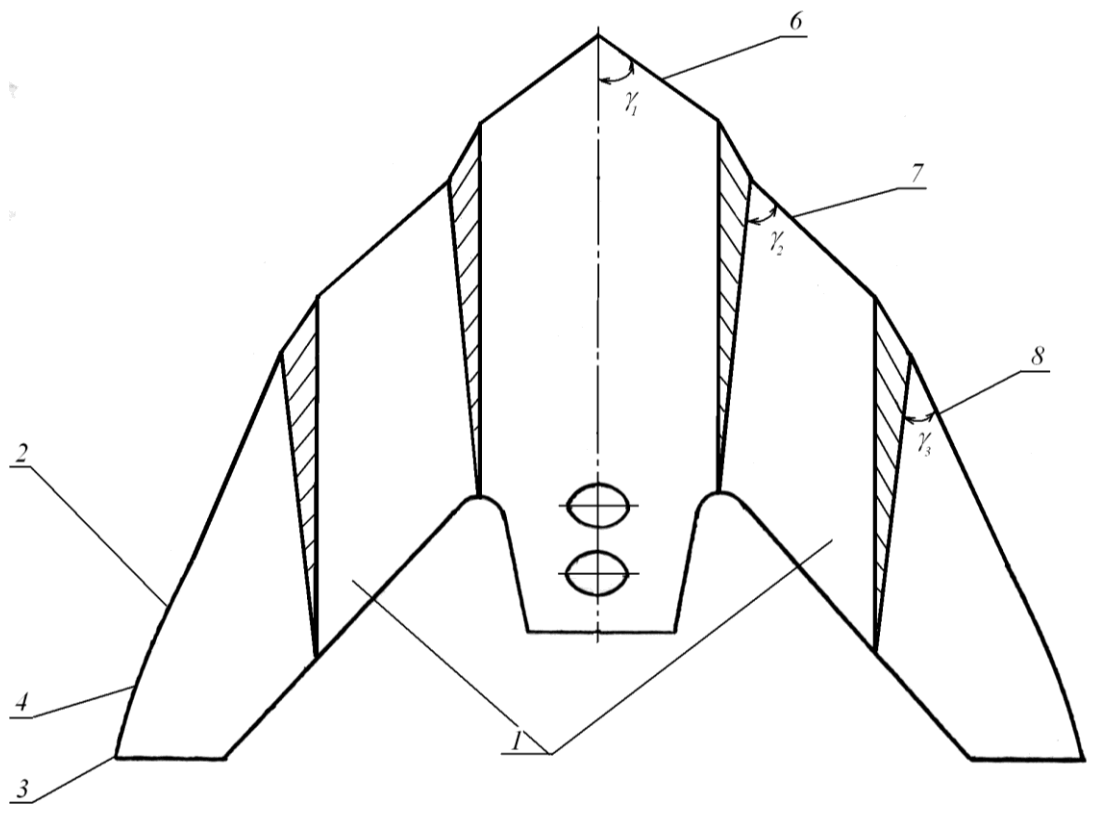


Рисунок 2.9 – № 48691

Висновки

Комплекс агротехнічних вимог до поверхневого обробітку ґрунту культиваторами спрямований на забезпечення якісного та енергоефективного виконання технологічного процесу відповідно до сучасних стандартів землеробства. Дотримання зазначених вимог дозволяє досягти оптимального поєднання таких показників, як якість розпушення, збереження вологи, знищення бур'янів, захист ґрунту від ерозії та стабільна підготовка ґрунтового ложа для сівби. У сучасному сільському господарстві саме такі технічні рішення та технологічні підходи є основою формування продуктивної, ресурсозберігаючої та екологічно збалансованої системи обробітку ґрунту.

Огляд конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту свідчить про їхню важливу роль у забезпеченні ефективного і раціонального

використання земельних ресурсів. Сучасні культиватори мають широке конструктивне різноманіття, що дозволяє сільськогосподарським підприємствам підібрати оптимальний варіант техніки з урахуванням специфіки ґрунтово-кліматичних умов, обсягів виробництва та наявних технічних ресурсів.

Інтенсивний розвиток конструкцій спрямований на зменшення енергозатрат, підвищення якості обробітку, універсальність використання та зниження експлуатаційних витрат. Упровадження нових рішень у машинобудуванні дозволяє говорити про формування високоефективного та адаптивного землеробства, що відповідає викликам сучасного агропромислового виробництва.

Приймемо за основу винахід № 48691 розробки кафедри сільськогосподарських машин ДДАУ.

3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

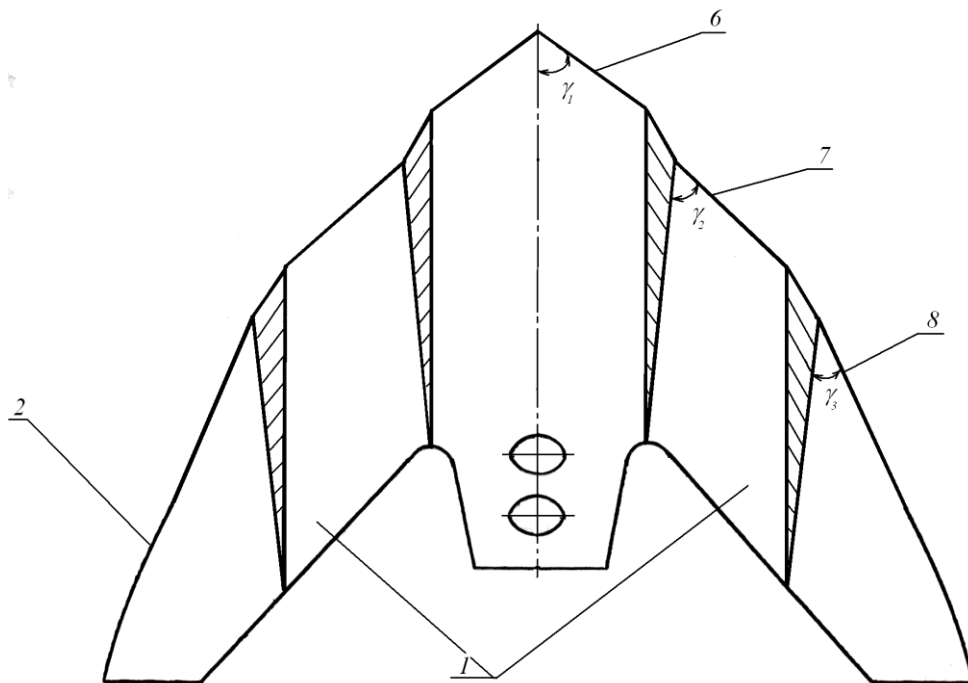


Рисунок 3.1 – Лапа

1 – крило; 2 – ріжуча кромка; 6, 7, 8 – полиці.

Робочий орган культиватора включає крила 1 з лезом 2, які на кінцях 3 виконано у вигляді кривої лінії 4, опуклість якої направлена у напрямку руху 5 робочого органу. На лезі лапи виконані ступені 6, 7, 8 відносно одна одної, а відносно повздовжньої вісі – під різними кутами γ_1 , γ_2 , γ_3 , що поступово зменшуються до кінця крила.

При русі лапи у ґрунті полиці 6, 7, 8 занурюються у ґрунт послідовно одна за одною. Завдяки тому, що значення кутів встановлення лез перших ступенів достатньо велике, зсунуті частки пласта переміщуються в напрямках руху частини пласта, що переміщується останньою ступеню. В результаті цього покращується якість підрізаних бур'янів.

3.2 Лапи з хвостовиком проектування

У цьому розділі представлено проектування стрілчастої лапи з інтегрованим хвостовиком. Проведено обґрунтування конструктивних параметрів, зокрема кута розкриття крил та кута нахилу направляючої поверхні, що забезпечують ефективне проникнення робочого органу в ґрунт.

Окрім цього, визначено оптимальний кут установки крил, який відповідає агротехнічним вимогам щодо якісного рихлення та забезпечення стабільного потоку переміщення ґрунтових мас.

У процесі дослідження встановлено допустимі діапазони зміни основних геометричних параметрів лапи: ширина захвату – 230, 270, 330 мм; кут розкриття крил – 110° , 90° , 60° ; кут рихлення – у межах $27-30^\circ$.

Аналіз впливу механіко-технологічних властивостей ґрунту на стабільність функціонування робочого органу засвідчив, що ключовими чинниками є: коефіцієнт питомого зчеплення часток, внутрішнє тертя та коефіцієнт тертя ґрунту об метал.

Результати розрахунків підтверджують, що оновлений варіант культиватора КПС-4 може ефективно працювати у складі з трактором МТЗ-82, забезпечуючи оптимальні умови як з погляду тягової потужності, так і взаємодії з опорною поверхнею.

Експлуатаційний аналіз свідчить, що технічні характеристики розробленої машини наближені до параметрів закордонних аналогів у тій же категорії. Застосування модернізованої конструкції сприяє зниженню витрат паливно-мастильних матеріалів та суттєво скорочує трудові витрати при виконанні технологічних операцій.

Процес проектування стрілчастої лапи включає низку послідовних етапів, які враховують агротехнічні вимоги, динаміку взаємодії з ґрунтом, геометричні параметри та матеріал конструкції. Методика передбачає такі основні кроки:

1. Визначення агротехнічних вимог

Глибина обробітку ґрунту;

Ширина захвату;

Вимоги до кришення, рихлення та підрізання бур'янів;

Забезпечення суцільного обробітку без пропусків;

Мінімізація енергетичних витрат.

2. Обґрунтування геометричних параметрів

Кут розхилу крил лапи (в межах $60-110^\circ$) — залежить від типу ґрунту і глибини обробітку;

Кут рихлення ($27-30^\circ$) — для ефективного розпушування з мінімальним опором;

Ширина захвату — залежно від конструкції машини: 230, 270, 330 мм тощо;

Кут установки крил у плані — для забезпечення безперервного руху ґрунтового потоку.

3. Розрахунок навантаження та зусиль

Визначення вертикального та горизонтального опору ґрунту;

Розрахунок робочого зусилля, що виникає під час руху лапи в ґрунті;

Визначення максимально допустимих деформацій елементів конструкції;

Аналіз силових моментів та можливого вигину при експлуатації.

4. Вибір матеріалу та конструктивного рішення

Матеріал повинен мати високу зносостійкість, пружність і міцність (наприклад, сталі 65Г, 60С2А, або з додатковим термічним зміцненням);

Конструкція хвостовика має забезпечити надійне кріплення лапи до стійки;

Враховується можливість локального армування в зонах інтенсивного зносу.

5. Моделювання взаємодії з ґрунтом

Розрахунок траєкторії переміщення ґрунту;

Аналіз характеру руйнування ґрунтового середовища;

Моделювання ефекту самоочищення лапи.

6. Демпфування коливань і динамічна стійкість

Врахування динамічних навантажень при русі агрегату;

Аналіз коливань, що виникають при зіткненні з твердими включеннями (камінням, ущільненими шарами ґрунту);

Розрахунок та підбір пружинного елемента або амортизуючих вставок, за потреби.

7. Вибір способу виготовлення та технічного обслуговування

Вибір технології виготовлення (штампування, лазерне різання, зварювання);

Можливість швидкої заміни чи ремонту в польових умовах;

Захист від корозії та зносу (покриття, армування).

8. Перевірка сумісності з наявною сільськогосподарською технікою

Агрегатування з типами культиваторів (наприклад, КПС-4);

Визначення оптимального тягового режиму спільно з трактором (наприклад, МТЗ-82);

Оцінка сумісності з енергетичними характеристиками базового агрегату.

9. Експериментальна перевірка

Проведення польових випробувань;

Аналіз якості обробітку, зношування лапи, витрат пального;

Уточнення конструктивних параметрів на основі результатів тестування.

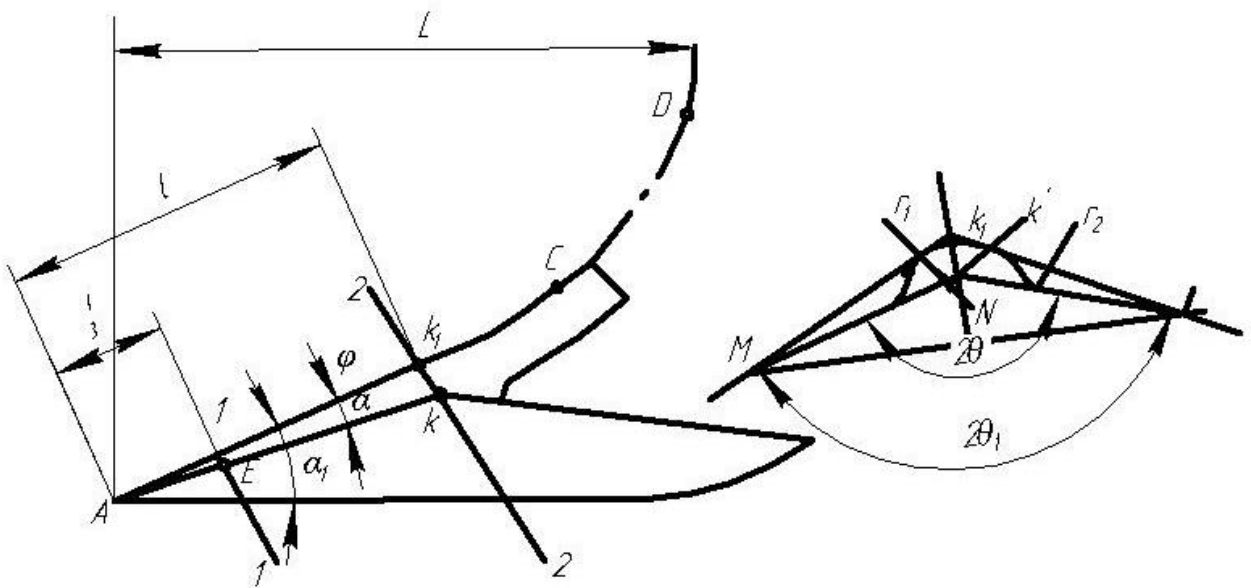
10. Аналіз результатів випробувань та уточнення конструкції

Порівняння фактичних показників роботи з розрахунковими;

Виявлення зон інтенсивного зносу та корекція форми або товщини матеріалу в цих ділянках;

Врахування особливостей роботи в різних ґрунтово-кліматичних умовах;

11. Техніко-економічне обґрунтування конструкції
Оцінка витрат на виготовлення, матеріали та обробку;
Порівняння з існуючими зразками лап за критеріями «ефективність – вартість»;
Розрахунок економії паливно-мастильних матеріалів, трудових витрат та зменшення кількості проходів по полю;
Оцінка ресурсу роботи стрілкової лапи до моменту заміни чи ремонту.
12. Підготовка документації та впровадження в виробництво
Розробка повного пакета технічної документації (робочі креслення, специфікації, інструкції);
Вибір оптимального способу виготовлення для серійного чи дрібносерійного виробництва;
Визначення технологічного маршруту виготовлення;
Підготовка інструкцій з експлуатації, зберігання та обслуговування.



32

$$tg\theta_1 = \frac{MN}{K_1 N} \quad \text{и} \quad tg\theta_1 = \frac{MN}{KN} \quad (3.1)$$

$$tg\theta_1 = \frac{KN}{K_1 N} tg\theta \quad (3.2)$$

$$KN = K_1 N - KK_1 \quad (3.3)$$

$$K_1 K_1 = K_1 N \frac{tg\psi}{tg(\alpha + \psi)} \quad (3.4)$$

$$KN = K_1 N \left[1 - \frac{tg\psi}{tg(\alpha + \psi)} \right] \quad (3.5)$$

$$tg\theta_1 = tg\theta \left[1 - \frac{tg\psi}{tg(\alpha + \psi)} \right] \quad (3.6)$$

$$tg\theta_1 = \frac{MN}{KN} = \frac{tg\gamma}{\sin\alpha} \quad (3.7)$$

$$MN = l \cos\alpha tg\gamma$$

$$KN = l \cos\alpha \sin\alpha$$

$$\psi = \alpha_1 - \alpha \quad (3.8)$$

$$\mu = \varepsilon - \gamma_1, \quad (3.9)$$

$$\gamma_1 = \varepsilon - \mu, \quad (3.10)$$

$$\varepsilon_2 = \gamma_1 - \mu. \quad (3.11)$$

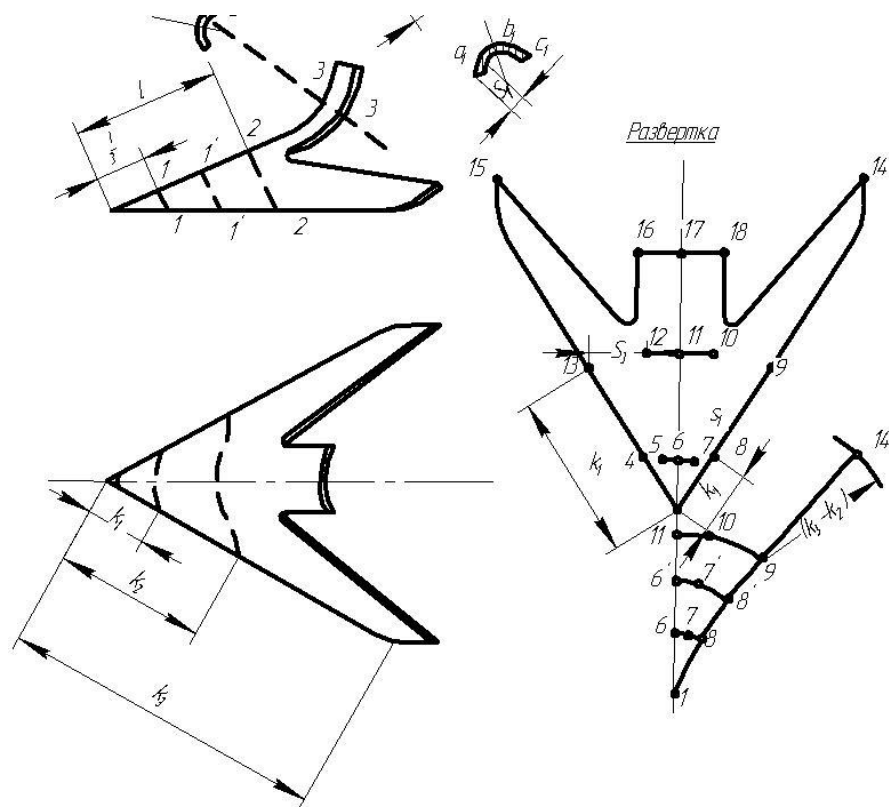


Рисунок 3.3 - Стрільчастої лапи проекції з хвостовиком

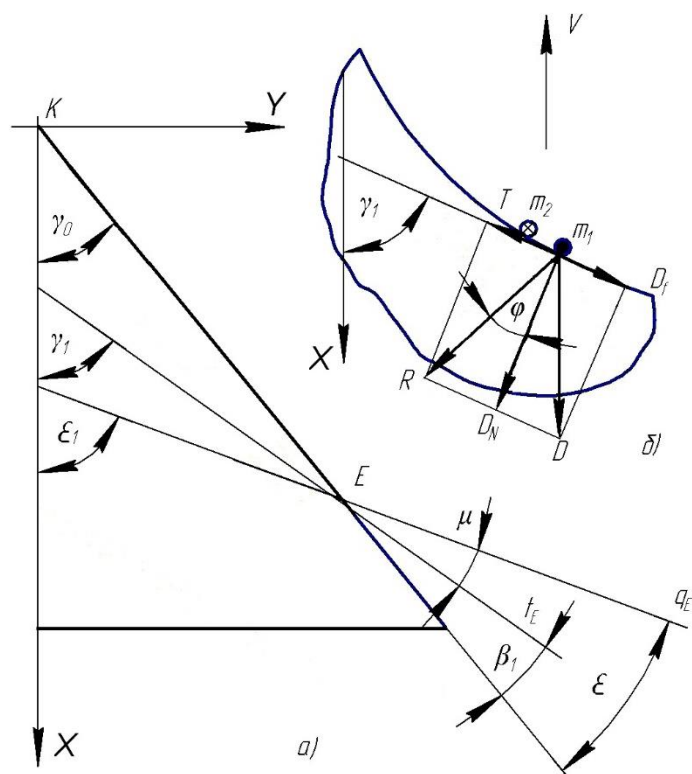


Рисунок 3.4 - Кута нахилу напр. обґрунтування

$$\varepsilon_1 = \varepsilon - \gamma_o,$$

$$\gamma_o = \varepsilon - \varepsilon_1, \quad (3.12)$$

$$\gamma_o = \gamma_1 - \mu - \varepsilon_1. \quad (3.13)$$

$$\beta_1 = \gamma_1 - \gamma_o = 7^\circ.$$

$$\gamma = 90^\circ - \phi_3,$$

$$D = \rho s v^2, \quad (3.14)$$

$$D_t = \rho s v^2 \cos^2 \gamma_1, \quad (3.15)$$

$$D_N = \rho s v^2 \sin^2 \gamma_1,$$

$$T = f D_N = f \rho s v^2 \sin^2 \gamma_1, \quad (3.16)$$

$$D_t \geq T,$$

$$\rho s v^2 \cos^2 \gamma_1 \geq f \rho s v^2 \sin^2 \gamma_1.$$

$$\cos^2 \gamma_1 \geq f \sin^2 \gamma_1.$$

$$\operatorname{tg} \gamma_1 \leq \sqrt{\frac{1}{f}}. \quad (3.17)$$

$$\gamma_1 \leq \arctg\left(\sqrt{\frac{1}{f_{3\max}}}\right), \quad (3.18)$$

$$\gamma_1 \leq \arctg\left(\sqrt{\frac{1}{f_{1\max}}}\right), \quad (3.19)$$

$$\gamma_o = \gamma_1 - 7^\circ, \quad (3.20)$$

$$\varphi_1 = 42^\circ.$$

В додатку 3.1 приведені значення розрахунків

3.3. Лапи поверхні проектування розгортки

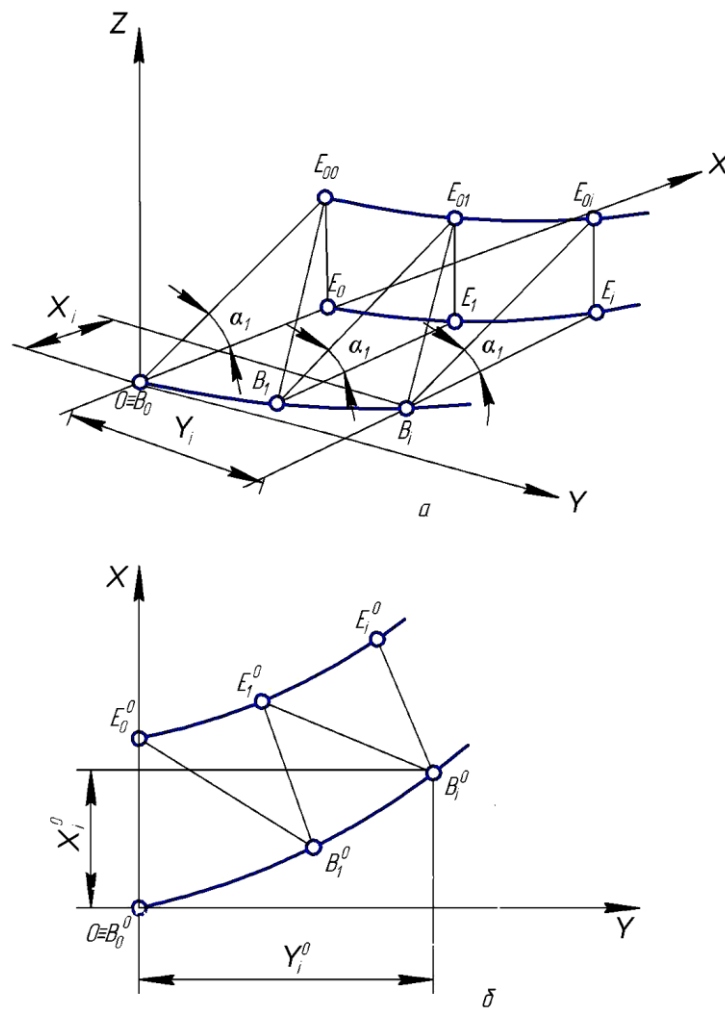


Рисунок 3.5 - Побудови схема

$$B_i B_{i+1} = \sqrt{(x_{B_{i+1}} - x_{B_i})^2 + (y_{B_{i+1}} - y_{B_i})^2}, \quad (3.21)$$

$$E_i E_{i+1} = \sqrt{(x_{B_{i+1}} - x_{B_i})^2 + (y_{E_{i+1}} - y_{E_i})^2}. \quad (3.22)$$

$$B_i^o E_i^o = \frac{y_{E_i} - y_{B_i}}{\cos \alpha_1}. \quad (3.23)$$

$$B_{i+1} E_{oi} = \sqrt{(y_{E_i} - y_{B_{i+1}})^2 + (x_{B_{i+1}} - x_{E_i})^2 + \left(\frac{B_i E_i}{\cos \alpha_1}\right)^2}. \quad (3.24)$$

$$\left. \begin{aligned} (x_{B_{i+1}} - x_{E_i})^2 + (y_{B_{i+1}} - y_{E_i})^2 &= (E_i^o B_{i+1}^o)^2 \\ (x_{B_{i+1}} - x_{B_i})^2 + (y_{B_{i+1}} - y_{B_i})^2 &= (B_i^o B_{i+1}^o)^2 \end{aligned} \right\}, \quad (3.25)$$

3.4 Органів робочих запобіжників

$$P_{01} = P_{01} = 1.73 C_{\ddot{a}\ddot{a}} (2.3 \dot{a}^2 + b_3 \cdot a) + 14.3 b_3 \cdot a^2 \cdot \gamma + 0.4 a^2 (2 C_{\ddot{a}\ddot{a}} + 0.6 \delta_{\delta} \cdot \gamma) + 0.65 b_3 \cdot a \cdot \gamma \cdot V^2 \quad (3.26)$$

$$P_{02} = 0.2 \cdot P_{01} \quad (3.27)$$

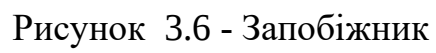
$$P_{01\max} = (3-5) P_{01} \quad (3.28)$$

$$P_{01\max} \cdot H - S_p \cdot n = 0 \quad (3.29)$$

$$S_p = P_{01\max} \frac{H}{h} = P_{01\max} \cdot i_p \quad (3.30)$$

$$S_p = P_{01\max} \cdot i_p - F_p \quad (3.31)$$

$$S_b \geq P_{01} \cdot i_b + F_b = 0.9 \cdot P_{01} \cdot i_b \quad (3.32)$$



$$S_b = k \cdot \Delta x \quad (3.34)$$



$$H_R = (2.5 - 3.0) \cdot a \text{ м} \quad (3.35)$$

$$H_R = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ м}$$

$$R = \frac{H_R - l \cdot \sin \alpha_p}{\cos \alpha_p}, \text{ м} \quad (3.36)$$

$$R = \frac{0,3 - 0,1 \cdot 0,45}{0,89} = 0,28, \text{ м}$$

$$L = R(1 - \sin \alpha_p) + l \cdot \cos \alpha_p, \text{ м} \quad (3.37)$$

$$L = 0,28(1 - 0,45) + 0,1 \cdot 0,89 = 0,24, \text{ м}$$

$$Q = \arcsin \frac{\sqrt{H \cdot h - h^2}}{H} \quad (3.38)$$

$$Q = \arctg\left(\frac{H}{L_1 - L}\right) - \arcsin\left(\frac{H - L}{R_1}\right) = \arcsin\left[\tg\left(\frac{H}{L_1 - L}\right) - \sin\left(\frac{H - L}{R_1}\right)\right] \quad (3.39)$$

$$R_1 = \frac{H}{\sin\left[\arctg\left(\frac{H}{L_1 - L}\right)\right]}$$

Після визначення розтягувального зусилля у запобіжній пружині та оцінки її деформацій за довідковими матеріалами, обирається відповідна пружина за характеристиками. У нашому випадку серійна пружина, що встановлюється на культиваторі КПС-4, повністю відповідає розрахунковим вимогам, тому необхідність у подальших розрахунках відпадає.

Важливо підкреслити, що здатність конструкції до демпфування суттєво впливає на її динамічні властивості. Наявність цієї характеристики забезпечує ефективне приглушення власних коливань, значне зменшення амплітуди при

зовнішньому збудженні та пом'якшення напружень у ділянках концентрації під час динамічного навантаження.

3.5 Оптимізація периметру ріжучого

$$P = (P_\tau + P_N + 2P_B + P_3 + P_V) \quad (3.40)$$

$$R = \sqrt{[a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) + a_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha]^2 \cdot \cos^2 t + [(a - a_1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 + 0,5 \cdot b]^2 \cdot \sin^2 t} \quad (3.41)$$

$$r = \sqrt{[a_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) + a_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha]^2 \cdot \cos^2 t + 0,25 \cdot b^2 \cdot \sin^2 t} \quad (3.42)$$

$$F = \int_0^{0,5\pi} (R + r) \cdot \sqrt{(a - a_1)^2 + (R + r)^2} \cdot dt + 0,5 \cdot a_1 \cdot (b + b_1) \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) \quad (3.43)$$

$$P\tau = C_{yB} \cdot \sin(\alpha + \phi_2) \cdot \left[\int_0^{\pi/2} \sqrt{(a - a_1)^2 + (R + r)^2} \cdot (R + r) \times \right. \\ \left. \times \cos t \cdot dt + 0,5 \cdot a_1 \cdot (b + b_1) \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi_2) \right] \quad (3.44)$$

$$P_N = 0,5 \cdot a \cdot \gamma \cdot [(a_2 - a_1)(b_2 + b) + a_1 \cdot (b_1 + b)] \times (\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \cos \alpha \quad (3.45)$$

$$P_3 = 0,5 \cdot \gamma \cdot (a - a_1) \cdot c \cdot \left[\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi_2 + \varepsilon}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \varepsilon \right]^2 \times \\ \times (\operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varepsilon + \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \alpha \cdot \cos \gamma) \cdot \cos \varepsilon \quad (3.46)$$

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot Ne}{\pi \cdot n_e}, \quad (3.47)$$

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 44,2}{3,14 \cdot 1750} = 241 \text{ Нм.}$$

$$M_{e\max} = 1.05 \cdot Me, \quad (3.48)$$

$$n_{em} = n_e \cdot 1.5^{-1}, \quad (3.49)$$

$$n_{em} = 1750 \cdot 1.5^{-1} = 1168 \text{ хВ}^{-1}.$$

$$n_{\max} = n_e \cdot 0.92^{-1}, \quad (3.50)$$

$$n_{\max} = 1750 \cdot 0.92^{-1} = 1843 \text{ хВ}^{-1}.$$

$$N_{em} = \frac{\pi \cdot Me_{\max} \cdot n_{em}}{9.81 \cdot 30 \cdot 102}, \quad (3.51)$$

$$N_{em} = \frac{3.14 \cdot 253 \cdot 1167}{9.81 \cdot 30 \cdot 102} = 30.88 \text{ кВт}.$$

$$G_e = g_e \cdot Ne, \quad (3.52)$$

$$G_e = 253 \cdot 44.2 \cdot 10^{-3} = 11.2 \text{ кг/ год}.$$

$$G_e = g_e \cdot Nem, \quad (3.53)$$

$$G_e = G_{em} \quad (3.54)$$

$$G_{em} = 253 \cdot 30.88 \cdot 10^{-3} = 7.81 \text{ кг/ год}.$$

Дані зведені в додатку Б

$$\delta = A \left(\frac{T_{\max}}{9.81 \cdot G_M} \right) + B \left(\frac{T_{\max}}{9.81 \cdot G_M} \right)^n = 1, \quad (3.55)$$

$$P_f = 9.81 \cdot G_M \cdot f_k, \quad (3.56)$$

$$P_f = 9.81 \cdot 3.33 \cdot 0.11 = 3.59 \text{ кН}.$$

$$P_0 = \frac{Me \cdot u \cdot \eta}{R}, \quad (3.57)$$

$$P_0 = \frac{241 \cdot 10^{-3} \cdot 62 \cdot 0.88}{0.95} = 14.00 \text{ кН}.$$

$$V_{gi} = \frac{\pi \cdot R \cdot n_i \cdot (1 - \delta_i)}{30 \cdot u}, \text{ м/с}, \quad (3.58)$$

$$N_{Ti} = T_i \cdot V_{gi}, \quad (3.59)$$

$$g_{Ti} = \frac{1000 \cdot G_{Ti}}{N_{Ti}}, \quad (3.60)$$

$$T_H \geq \sum W, \quad (3.61)$$

$$q = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_o \cdot T_o}{0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p} \quad (3.62)$$

На основі обчислень, проведених за формулою (3.62), встановлено, що очікуване споживання пального становитиме $q = 4,09 \text{ кг/га}$.

$$Z_n = \frac{n}{W_{\text{год}}} = \frac{1}{3,4} = 0,29 \text{ чол.}\cdot\text{год./га} \quad (3.63)$$

3.6 Практичні рекомендації до використання культиватора КПС-4

Підготовка до роботи:

Перед початком роботи ретельно перевірити технічний стан культиватора, звертаючи увагу на кріплення робочих органів, зношення лап і стан рами.

Здійснити регулювання глибини обробітку ґрунту відповідно до агротехнічних вимог (зазвичай 6–12 см), залежно від типу ґрунту та стадії обробітку.

Перевірити та за необхідності змастити всі рухомі вузли відповідно до інструкції з експлуатації.

Агротехнічне використання:

Культиватор КПС-4 призначений для суцільного обробітку ґрунту – культивації парів, передпосівного обробітку, знищення бур'янів та розпушення поверхневого шару.

Оптимальна швидкість руху під час роботи – 6–10 км/год. Занадто висока швидкість може призвести до пропусків або надмірного розпушення.

Забезпечити рівномірну глибину обробітку по всій ширині захвату – це досягається правильною установкою робочих органів і балансуванням агрегату.

Умови експлуатації:

Не допускати роботи на занадто вологому ґрунті – це призводить до налипання ґрунту на лапи та зниження якості обробітку.

Уникати роботи на надто сухому і твердому ґрунті без попереднього обробітку – це може спричинити підвищене зношення елементів культиватора.

Регулярно контролювати знос лап та змінювати їх у разі надмірного стирання для забезпечення ефективності обробітку.

Техніка безпеки:

Під час агрегування культиватора з трактором переконатися у надійному з'єднанні та справності гідросистеми.

Заборонено перебувати поблизу культиватора під час його транспортування або роботи.

Перед виконанням будь-яких регулювань або технічного обслуговування обов'язково заглушити двигун трактора.

Зберігання:

Після завершення польових робіт очистити культиватор від залишків ґрунту та рослинних решток.

Провести технічний огляд, виявити та усунути можливі несправності.

Зберігати культиватор у сухому, захищеному від опадів місці, бажано під навісом або в ангарі.

Якщо потрібно, можу адаптувати ці рекомендації для включення в методичку, звіт або наукову роботу.

Особливості агрегування:

Культиватор КПС-4 агрегується з тракторами тягового класу 1,4 (наприклад, МТЗ-80/82).

Перед виїздом у поле перевірити відповідність тиску в шинах трактора та налаштування гідравліки – це забезпечує стабільну глибину обробітку та мінімізує навантаження на вузли машини.

У разі використання додаткових борін або котків (зادля подрібнення грудок чи вирівнювання поверхні поля) потрібно впевнитися в надійності з'єднання та відрегулювати робочу висоту.

Регламент обслуговування:

Після кожної зміни – огляд стану лап, перевірка кріплень, мастило шарнірів.

Щотижня – контроль зазору в підшипниках, підтягування кріплень рами, візуальна діагностика тріщин або деформацій.

Після кожного сезону – повне технічне обслуговування, включно з перевіркою стану підшипників опорних коліс, відновленням захисного покриття та фарбуванням уражених корозією ділянок.

Економічна ефективність:

Правильне використання культиватора КПС-4 дозволяє знизити кількість проходів техніки по полю, що зменшує витрати пального та зменшує ущільнення ґрунту.

Висока ширина захвату (4 м) забезпечує високу продуктивність – до 3,5–5 га/год залежно від умов.

Своєчасна заміна зношених елементів (особливо лап) дозволяє уникнути підвищених енергетичних витрат та забезпечує якість обробітку.

Удосконалення та модернізація:

За потреби підвищення якості обробітку можливе встановлення змінних лап різної форми (стрілчастих, долотоподібних тощо).

На основі КПС-4 можливе переобладнання для внесення добрив (з використанням навісних бункерів) або для комбінованого обробітку з одночасним коткуванням.

Деякі господарства додатково встановлюють елементи локального ущільнення чи борони типу «сітка» для кращої підготовки ґрунту під посів.

Типові несправності та способи їх усунення:

Нерівномірна глибина обробітку:

Причини: неправильне регулювання опорних коліс, зношення лап, нерівномірне навантаження на секції.

Усунення: провести регулювання глибини на кожній секції, перевірити тиск у шинах трактора, замінити зношені лапи.

Забивання ґрунтом робочих органів:

Причини: надмірна вологість ґрунту, залишки стерні.

Усунення: дочекатися підсихання поля, попередньо провести лущення стерні, використати лапи з протизалипальним покриттям.

Розхитування або злам вузлів рами:

Причини: перевищення швидкості, робота на кам'янистих ділянках.

Усунення: знизити швидкість, своєчасно усувати люфти та тріщини, посилити слабкі вузли зварюванням або накладками.

Екологічні та ґрунтозахисні аспекти:

Використання КПС-4 дає змогу скорочувати кількість механічних обробітків, що позитивно впливає на структуру ґрунту.

При правильному регулюванні культиватор не утворює плужної підшви, сприяє збереженню вологи та аерації ґрунту.

Застосування агрегату в системі мінімального обробітку ґрунту допомагає зменшити ерозійні процеси, особливо на схилах.

Рекомендації з безпечного транспортування:

При перевезенні дорогами загального користування обов'язково зафіксувати секції культиватора в транспортному положенні.

Використовувати сигнальні щитки або маячки для позначення габаритів агрегату.

Забороняється перевозити людей на рамі або робочих органах культиватора.

Отже, ефективне використання культиватора КПС-4 можливе за умови дотримання технічних вимог до агрегування, регламенту обслуговування та агротехнічних норм обробітку ґрунту. Практика показує, що своєчасна перевірка технічного стану машини, правильне налаштування робочих органів, дотримання оптимальної швидкості руху та умов експлуатації дають змогу забезпечити високу якість культивації, зменшити витрати пального й запобігти передчасному зносу вузлів. Врахування типових несправностей і своєчасне їх усунення підвищує надійність агрегату в полі. З екологічної точки зору, використання КПС-4 сприяє збереженню структури ґрунту та раціональному використанню ресурсів. Таким чином, грамотне застосування даного культиватора є важливою складовою сучасної технології передпосівного обробітку та догляду за посівами.

Висновки

У цьому розділі представлено проєктування стрілчастої лапи з інтегрованим хвостовиком. Проведено обґрунтування конструктивних параметрів, зокрема кута розкриття крил та кута нахилу направляючої поверхні, що забезпечують ефективне проникнення робочого органу в ґрунт.

Окрім цього, визначено оптимальний кут установки крил, який відповідає агротехнічним вимогам щодо якісного рихлення та забезпечення стабільного потоку переміщення ґрунтових мас.

У процесі дослідження встановлено допустимі діапазони зміни основних геометричних параметрів лапи: ширина захвату – 230, 270, 330 мм; кут розкриття крил – 110° , 90° , 60° ; кут рихлення – у межах $27-30^\circ$.

Аналіз впливу механіко-технологічних властивостей ґрунту на стабільність функціонування робочого органу засвідчив, що ключовими чинниками є: коефіцієнт питомого зчеплення часток, внутрішнє тертя та коефіцієнт тертя ґрунту об метал.

Результати розрахунків підтверджують, що оновлений варіант культиватора КПС-4 може ефективно працювати у складі з трактором МТЗ-82, забезпечуючи оптимальні умови як з погляду тягової потужності, так і взаємодії з опорною поверхнею.

Експлуатаційний аналіз свідчить, що технічні характеристики розробленої машини наближені до параметрів закордонних аналогів у тій же категорії. Застосування модернізованої конструкції сприяє зниженню витрат паливно-мастильних матеріалів та суттєво скорочує трудові витрати при виконанні технологічних операцій.

4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

До роботи з культиватором КПС допускаються лише особи, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з охорони праці та мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії.

Перед початком роботи.

Провести технічний огляд культиватора та агрегуючого трактора.

Перевірити справність зчіпного пристрою, гідросистеми, робочих органів та елементів кріплення.

Переконатися у відсутності осіб поблизу агрегату перед запуском двигуна та початком руху.

Під час агрегування.

Зчеплення культиватора з трактором проводити тільки на рівному майданчику, під керівництвом відповідальної особи.

Заборонено перебування сторонніх осіб між трактором і культиватором під час агрегування.

Усі регульовальні операції виконувати лише при заглушеному двигуні.

Під час роботи.

Заборонено перебування людей у радіусі дії культиватора під час руху.

Швидкість руху повинна відповідати рекомендованим технічним параметрам (зазвичай не більше 10 км/год).

Повороти, зупинки та розвороти виконувати лише при піднятому культиваторі.

Заборонено очищення чи регулювання робочих органів під час руху агрегату.

Під час транспортування.

Робочі органи повинні бути надійно зафіксовані у транспортному положенні.

Дотримуватися правил дорожнього руху, особливо при пересуванні дорогами загального користування.

Заборонено перевозити людей на тракторі або культиваторі під час руху.

Під час зупинок і технічного обслуговування.

Проводити очищення, огляд і ремонт тільки після повної зупинки двигуна та приведення робочих органів у безпечне положення.

Для підняття культиватора використовувати лише штатні гідросистеми; заборонено підставляти випадкові предмети під раму.

Загальні вимоги.

Оператор має працювати в спецодязі, захисному взутті та при потребі – у засобах індивідуального захисту (рукавички, окуляри тощо).

У разі виявлення несправностей негайно зупинити роботу і повідомити керівника.

Не допускати перевантаження агрегату, що може призвести до втрати стійкості або пошкодження техніки.

Забезпечення пожежної безпеки.

У зоні проведення робіт забороняється палити, розпалювати відкритий вогонь або використовувати іскроджерела поблизу тракторів, особливо під час дозаправки.

Трактор з культиватором повинен бути обладнаний вогнегасником, який регулярно перевіряється на справність.

Заправку паливом проводити лише при заглушеному двигуні на відведеному майданчику.

Дії у надзвичайних ситуаціях.

У разі аварійного зупинення машини або виявлення несправностей культиватора (поломка робочих органів, витік гідравлічної рідини тощо), слід негайно припинити роботу, встановити сигнальні знаки та вжити заходів щодо усунення несправностей.

Якщо сталася травма – діяти згідно з інструкцією з надання першої домедичної допомоги та терміново повідомити керівника робіт.

Вимоги до завершення роботи.

По завершенню змінного завдання необхідно очистити культиватор від залишків ґрунту та рослинних решток.

Перевірити технічний стан агрегату та зафіксувати несправності (за наявності) у журналі технічного обслуговування.

Зберігати культиватор необхідно на рівному, визначеному для цього майданчику з опущеними робочими органами.

Вимоги до умов праці оператора

Робоче місце тракториста повинно бути обладнане з урахуванням ергономічних вимог: сидіння з амортизацією, достатня оглядовість, зручне розташування органів керування.

Рівень шуму, вібрацій та пилу не повинен перевищувати допустимих гігієнічних норм. При необхідності слід використовувати засоби індивідуального захисту: навушники, респіратори тощо.

Тривалість безперервної роботи не повинна перевищувати нормативно встановлених меж (максимум 4 години без перерви). Рекомендуються регулярні технічні перерви для відпочинку оператора.

Вимоги до утримання техніки в справному стані

Усі планові огляди, змащування, регулювання та ремонт культиватора слід виконувати відповідно до інструкції з експлуатації.

Особлива увага приділяється контролю за справністю гідросистеми, станом з'єднань, ріжучих елементів, захисних кожухів та сигнальних елементів.

У разі виявлення тріщин, люфтів або витoku рідини – негайно припинити експлуатацію техніки до повного усунення несправностей.

Профілактика нещасних випадків

Заборонено виконувати ремонт або технічне обслуговування культиватора без надійної фіксації агрегату в піднятому положенні.

Під час виконання будь-яких операцій у зоні робочих органів слід використовувати опорні стійки або страховочні пристрої.

Не допускається експлуатація культиватора за умов поганої видимості (туман, сутінки, ніч), сильного вітру або інших несприятливих погодних умов без відповідних заходів безпеки.

У разі навчання або проходження практики студентами чи стажерами всі роботи виконуються під постійним наглядом досвідченого інструктора.

Перед початком роботи обов'язкове проведення вступного інструктажу та повторення основ техніки безпеки. Заборонено допускати стажерів до самостійного керування агрегатом без документального підтвердження проходження навчання.

Висновок

Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці при роботі з культиватором КПС є основою для забезпечення безпечних умов праці та ефективної експлуатації техніки. Усі операції, пов'язані з експлуатацією цього агрегату, повинні виконуватися тільки після проходження відповідного навчання та інструктажів, із суворим дотриманням правил безпеки. Технічний стан культиватора повинен постійно контролюватися, а будь-які несправності, що можуть загрожувати безпеці, повинні бути усунені до початку роботи. У разі аварійних ситуацій або непередбачених обставин необхідно діяти швидко і відповідно до встановлених процедур.

Покращення умов праці операторів, регулярне проведення технічного обслуговування та своєчасне усунення несправностей, а також правильне використання засобів індивідуального захисту є запорукою не тільки безпеки, але й підвищення продуктивності праці та зниження ризику травматизму. Підготовка кваліфікованих працівників та постійний контроль за дотриманням вимог безпеки дозволяють мінімізувати виробничі ризики та забезпечити ефективну і безпечну роботу культиватора КПС.

5 ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ЕКОНОМІЧНЕ

Економічна ефективність є ключовим чинником при виборі та застосуванні сільськогосподарської техніки, зокрема культиваторів для суцільного обробітку ґрунту. Оскільки обробіток ґрунту є важливою стадією в агротехнічному процесі, що безпосередньо впливає на врожайність та якість сільськогосподарської продукції, ефективне використання машин має значний вплив на зниження витрат та підвищення прибутковості господарств.

Культиватори для суцільного обробітку ґрунту забезпечують рівномірне перемішування верхнього шару ґрунту, покращують водно-повітряний режим, знищують бур'яни, що сприяє кращому розвитку рослин. У той же час, важливим аспектом є їх економічна ефективність, яка визначається не лише витратами на придбання та експлуатацію, а й економією ресурсів, що виникає внаслідок оптимізації обробітку землі.

У цьому розділі буде розглянуто основні фактори, що впливають на економічну ефективність використання культиваторів, зокрема продуктивність, витрати палива, трудові витрати та зниження витрат на хімічну обробку ґрунту. Оцінка економічної ефективності дозволяє визначити оптимальні параметри техніки для конкретних умов експлуатації та забезпечити максимальний результат при мінімальних витратах.

Для визначення економічної ефективності застосування культиваторів важливо також враховувати зменшення витрат на механічний обробіток ґрунту в порівнянні з іншими методами, такими як традиційна обробка за допомогою плугів. Культиватори для суцільного обробітку ґрунту дозволяють значно знизити потребу в додаткових обробках, що, у свою чергу, сприяє зниженню витрат на паливо та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Важливим чинником економічної ефективності є також скорочення часу, необхідного для виконання операцій обробітку, що дозволяє за короткий період обробити більшу площу землі. Це є особливо актуальним у великих

агрогосподарствах, де часова економія безпосередньо впливає на загальну продуктивність і здатність до виконання інших сільськогосподарських робіт.

Крім того, застосування культиваторів може значно підвищити стійкість ґрунту до ерозії та покращити його структуру, що в довгостроковій перспективі забезпечує зростання родючості. Враховуючи ці фактори, економічна ефективність культиваторів виходить далеко за межі простої економії ресурсів, оскільки включає в себе також і підвищення загальної стійкості агросистем до кліматичних змін.

Дані для розрахунків приведені в додатку В

$$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{3,18} = 94,33 \text{ год.} \quad K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{3,4} = 88,23 \text{ год.} \quad (5.1)$$

Б	П
$V_{\text{П}} = 94,33 \text{ год.}$	$V_{\text{П}} = 88,23 \text{ год.}$

(5.2)

$$П = \frac{C_{\text{Г}}}{W_{\text{ГОД}}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

Б	П
$П = 25,94 \text{ грн./га}$	$П = 24,26 \text{ грн./га}$

Б	П
$A_{\text{ТР}} = \frac{190000 \cdot 25}{300 \cdot 1550 \cdot 3,18} = 3,2 \text{ грн/га}$	$A_{\text{ТР}} = \frac{190000 \cdot 25}{300 \cdot 1550 \cdot 3,4} = 3,0 \text{ грн/га}$
$A_{\text{М}} = \frac{24200 \cdot 15}{300 \cdot 500 \cdot 3,18} = 0,76 \text{ грн/га}$	$A_{\text{М}} = \frac{24700 \cdot 15}{300 \cdot 500 \cdot 3,4} = 0,72 \text{ грн/га}$

Б

$$B_{\text{ПММ}} = 258 \text{ грн./га}$$

П

$$B_{\text{ПММ}} = 246 \text{ грн./га}$$

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{TO} + \alpha_3 + \alpha_{TP})}{100 \cdot K_{\text{НГ}} \cdot W_{\text{ГОД}}} \cdot K, \quad (5.4)$$

Т:

$$\text{Б: } B_{\text{ТР}} = \frac{190000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{300 \cdot 94,33 \cdot 3,18} = 40,54 \text{ грн./га}$$

$$\text{П: } B_{\text{ТР}} = \frac{190000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{300 \cdot 88,23 \cdot 3,4} = 40,54 \text{ грн./га}$$

К:

$$\text{Б: } B_M = \frac{24200 \cdot (8 + 0,2)}{300 \cdot 94,33 \cdot 3,18} = 2,20 \text{ грн./га}$$

П

$$B_M = \frac{24700 \cdot (8 + 0,2)}{300 \cdot 88,23 \cdot 3,4} = 2,25 \text{ грн./га}$$

Б

$$E_B = 25,94 + 3,96 + 258 + 42,74 = 330,64 \text{ грн./га}$$

П

$$E_B = 24,26 + 3,72 + 246 + 42,79 = 316,77 \text{ грн./га}$$

Б

П

$$E_{\Sigma} = 99192 \text{ грн.}$$

$$E_{\Sigma} = 95031 \text{ грн.}$$

Б

П

$$\text{Т: } K_B = \frac{B_B}{W_{\text{СЕС}}} = \frac{190000}{300} = 633,3 \text{ грн./га}$$

$$K_B = \frac{190000}{300} = 633,3 \text{ грн./га}$$

$$\text{К: } K_B = \frac{24200}{300} = 80,67 \text{ грн./га}$$

$$K_B = \frac{24700}{300} = 82,33 \text{ грн./га}$$

$$\Pi_B = E_B + 0,15 \cdot K_B$$

Б

$$\Pi_B = 330,64 + 0,15 \cdot 713,97 = 437,74 \text{ грн./га}$$

П

$$\Pi_B = 316,77 + 0,15 \cdot 715,63 = 424,11 \text{ грн./га}$$

Б

$$\Pi_{B\Sigma} = \Pi_B \cdot W_{\text{сез}} = 437,74 \cdot 300 = 131322 \text{ грн.}$$

П

$$\Pi_{B\Sigma} = \Pi_B \cdot W_{\text{сез}} = 424,11 \cdot 300 = 127233 \text{ грн.}$$

$$E_E = 131322 - 127233 = 4089 \text{ грн.}$$

$$N = 0,1$$

Зведена таблиця приведена в додатку Г

Висновки

Таким чином, розгляд економічної ефективності культиваторів для суцільного обробітку ґрунту є важливим етапом у процесі їх вибору та впровадження в сільськогосподарське виробництво. Підвищення ефективності обробітку ґрунту має безпосередній вплив на фінансові результати діяльності господарств, зокрема через зниження собівартості продукції, оптимізацію використання ресурсів та поліпшення екологічних показників. Окупність 0,1 року при ефекті в 4089.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. У результаті проведеного аналізу господарської діяльності фермерського господарства було встановлено основні показники його виробничо-фінансової діяльності, визначено сильні та слабкі сторони функціонування, а також виявлено резерви підвищення ефективності. Господарство демонструє стабільні обсяги виробництва, задовільний рівень рентабельності та позитивну динаміку розвитку за окремими показниками. Разом із тим існують певні проблеми, пов'язані з недостатнім оновленням матеріально-технічної бази, сезонністю виробництва та обмеженістю фінансових ресурсів. Виявлені тенденції свідчать про необхідність впровадження сучасних технологій, підвищення рівня механізації виробничих процесів та оптимізації витрат. Отримані результати можуть бути використані як основа для прийняття управлінських рішень з метою підвищення економічної ефективності господарства.

2. Комплекс агротехнічних вимог до поверхневого обробітку ґрунту культиваторами спрямований на забезпечення якісного та енергоефективного виконання технологічного процесу відповідно до сучасних стандартів землеробства. Огляд конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту свідчить про їхню важливу роль у забезпеченні ефективного і раціонального використання земельних ресурсів. Сучасні культиватори мають широке конструктивне різноманіття, що дозволяє сільськогосподарським підприємствам підібрати оптимальний варіант техніки з урахуванням специфіки ґрунтово-кліматичних умов, обсягів виробництва та наявних технічних ресурсів. Прийmemo за основу винахід № 48691 розробки кафедри сільськогосподарських машин ДДАУ.

3. У процесі дослідження встановлено допустимі діапазони зміни основних геометричних параметрів лапи: ширина захвату – 230, 270, 330 мм; кут розкриття крил – 110°, 90°, 60°; кут рихлення – у межах 27–30°. Аналіз впливу механіко-технологічних властивостей ґрунту на стабільність

функціонування робочого органу засвідчив, що ключовими чинниками є: коефіцієнт питомого зчеплення часток, внутрішнє тертя та коефіцієнт тертя ґрунту об метал. Результати розрахунків підтверджують, що оновлений варіант культиватора КПС-4 може ефективно працювати у складі з трактором МТЗ-82, забезпечуючи оптимальні умови як з погляду тягової потужності, так і взаємодії з опорною поверхнею. Експлуатаційний аналіз свідчить, що технічні характеристики розробленої машини наближені до параметрів закордонних аналогів у тій же категорії. Застосування модернізованої конструкції сприяє зниженню витрат паливно-мастильних матеріалів та суттєво скорочує трудові витрати при виконанні технологічних операцій.

4. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці при роботі з культиватором КПС є основою для забезпечення безпечних умов праці та ефективної експлуатації техніки. Усі операції, пов'язані з експлуатацією цього агрегату, повинні виконуватися тільки після проходження відповідного навчання та інструктажів, із суворим дотриманням правил безпеки. Технічний стан культиватора повинен постійно контролюватися, а будь-які несправності, що можуть загрожувати безпеці, повинні бути усунені до початку роботи. У разі аварійних ситуацій або непередбачених обставин необхідно діяти швидко і відповідно до встановлених процедур.

5. Таким чином, розгляд економічної ефективності культиваторів для суцільного обробітку ґрунту є важливим етапом у процесі їх вибору та впровадження в сільськогосподарське виробництво. Підвищення ефективності обробітку ґрунту має безпосередній вплив на фінансові результати діяльності господарств, зокрема через зниження собівартості продукції, оптимізацію використання ресурсів та поліпшення екологічних показників. Окупність 0,1 року при ефекті в 4089.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адамчук В. В., Гудзь С. П., Мельник А. Ф. Сільськогосподарські машини: Підручник. — К.: Урожай, 2005. — 448 с.
2. Білецький В. С. Основи сільськогосподарського машинобудування. — Харків: НТУ "ХПІ", 2012. — 312 с.
3. Дяченко М. І., Калениченко В. І. Технічні засоби механізованого обробітку ґрунту. — К.: Вища школа, 2009. — 224 с.
4. Мельник А. Ф., Гуржій А. М., Чередниченко О. О. Сучасні технології ґрунтообробки та посіву. — К.: Аграрна наука, 2016. — 336 с.
5. Гайдай Ю. О. Теоретичні основи робочих процесів сільськогосподарських машин: навч. посіб. — Вінниця: ВНАУ, 2011. — 240 с.
6. Романчук В. І., Наконечний С. Я. Основи механізації сільськогосподарського виробництва. — Львів: ЛНАУ, 2013. — 308 с.
7. Землеробство з основами ґрунтознавства / За ред. В. І. Кравченка. — К.: Центр навчальної літератури, 2010. — 376 с.
8. Богданович В. М., Калетнік Г. М. Сільськогосподарські машини. — Вінниця: Нова книга, 2014. — 420 с.
9. Швець В. Г. Машини для механізованого обробітку ґрунту: навч. посіб. — Полтава: ПДАА, 2006. — 156 с.
10. Soil Tillage in Agroecosystems / Ed. A. K. Srivastava. — Boca Raton: CRC Press, 2016. — 378 p.
11. Smith H. P., Wilkes L. H. Farm Machinery and Equipment. — McGraw-Hill Book Company, 1984. — 550 p.
12. Bernacki H., Haman J., Kanafojski Cz. Agricultural Machines: Theory and Construction. — Warsaw: PWRiL, 1972. — Vol. I–II.
13. Тімченко О. В., Дейнега С. І., Петренко О. А. Основи експлуатації машинно-тракторного парку. — К.: Аграрна освіта, 2015. — 276 с.
14. Цвілюк О. М., Ковальчук А. О. Технічне забезпечення землеробства: навч. посіб. — Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2019. — 312 с.

15. Гуржій А. М. Обробіток ґрунту і посів: підручник. — К.: Аграрна наука, 2017. — 278 с.
16. Михайлов В. П. Машини для обробітку ґрунту та посіву: навчальний посібник. — Херсон: ХДАУ, 2018. — 164 с.
17. Мельник А. Ф., Гуржій А. М., Мартинюк О. В. Інноваційні технології в обробітку ґрунту та догляді за посівами. — К.: ЦУЛ, 2020. — 296 с.
18. Stout B. A. Energy for World Agriculture. — Rome: FAO Agricultural Services Bulletin, 1990. — 122 p.
19. Koolen A. J., Kuipers H. Soil Dynamics in Tillage and Traction. — Berlin: Springer-Verlag, 1983. — 264 p.
20. ASAE Standards: Agricultural Machinery Management Data. — St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, 2017. — 110 p.
21. Kutz M. (Ed.) Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery. — 2nd ed. — Amsterdam: Elsevier, 2013. — 760 p.
22. Bowers W., Hunt D. Farm Power and Machinery Management. — 10th ed. — Ames: Iowa State University Press, 2007. — 504 p.
23. Звісно, ось ще кілька актуальних джерел для завершення повного, змістовного списку літератури до теми «Машини для обробітку ґрунту»:
24. Швець В. Г., Іващенко В. І. Ґрунтообробна техніка: навч. посіб. — Полтава: ПДАА, 2012. — 204 с.
25. Лещенко В. В. Основи конструкції сільськогосподарських машин. — Харків: Факт, 2020. — 328 с.
26. Кравець В. Г., Дудка І. С. Сучасні технічні засоби в рослинництві: підручник. — К.: Ліра-К, 2021. — 296 с.
27. Деркач О. І. Машини для механізованого обробітку ґрунту: лабораторний практикум. — Херсон: ХДАУ, 2019. — 130 с.
28. Носко Б. С. Механізація землеробства: навч. посіб. — Тернопіль: Екон. думка, 2016. — 215 с.
29. Jasa P. Soil Compaction and Equipment Traffic. — University of Nebraska Extension Publication, 2011. — EC 2005.

30. Van Ouwerkerk C., Boersma O. H. Reducing Soil Compaction: Proceedings of the 1st Workshop of the European Society of Agricultural Engineers. — Wageningen: ESAE, 2000. — 244 p.

31. Gill W. R., Vanden Berg G. E. Soil Dynamics in Tillage and Traction. — USDA Agricultural Handbook №316. — Washington: U.S. Government Printing Office, 1968. — 430 p.

32. Tullberg J. N. Controlled Traffic Farming: From Research to Adoption. — Soil and Tillage Research, 2000, Vol. 61(3): 139–150.

33. Spoor G. Soil Compaction and Soil Structure. — Soil Use and Management, 2006, Vol. 22(2): 113–122.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 3.1

Межі зміни кута тертя ґрунту по сталі

№ п/п	Тип ґрунту	Кут тертя ґрунту по сталі, ϕ_1 , град	Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі, f_1
1	Супіщані	26°30'...35°	0,499...0,7
2	Легко і середньосуглинисті	19°30'...26°30'	0,354...0,499
3	Важкі суглинки і глини	31° ...42°	0,601...0,9

Таблиця 3.2

Межі зміни кута нахилу направляючої в залежності від типу ґрунту

№ п/п	Тип ґрунту	Кут тертя ґрунту по сталі, ϕ_1 , град	Максимальний кут тертя рослинних решток по сталі, ϕ_3 , град	Кут нахилу твірної γ_0 , град
1	2	3	4	5
1	Супіщані	26°30'...35°	37°	27°
2	Легко і середньосуглинисті	19°30'...26°30'	37°	27°
3	Важкі суглинки і глини	31° ...42°	37°	31°

Розрахункові дані

Число обертів вала двигуна, хв^{-1}		Крутний момент, Нм	
позначення	величина	позначення	величина
n_e	1750	M_e	241
n_{em}	1167	$M_{e \max}$	253
$n_{d \max}$	1842	M_{em}	0

Додаток В

Таблиця 5.1

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків.

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг гоботи	га	300	300
2	Продуктивність	га/год	3,18	3,4
3	Витрати ПММ	кг/га	4,3	4,1
4	Вартість:	грн.		
	Трактора		190000	190000
	Культиватора		24200	24700
	Всього		214200	214700
5	Кількість обслуговуючого персонала		1	1

Додаток Г

Таблиця 5.2

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	Обробіток парів	
2	Об'єм роботи, га	300	300
3	Склад агрегата: трактор культиватор	МТЗ-80/82 КПС-4	МТЗ-80/82 КПС-4М
4	Продуктивність, га/год	3,18	3,4
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	94,33	88,23
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.·год/га	94,33	88,23
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	50	50
10	Норма витрати пального, кг/га	4,3	4,1
11	Балансова вартість, грн: трактора машини	190000 24200	190000 24700
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	60	60
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування: -всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання, -всього	330,64 25,94 3,96 258 42,74	316,77 24,26 3,72 246 42,79
14	Капітальні вкладення, грн/га	713,97	715,63
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	437,74 131322	424,11 127233
16	Річний економічний ефект, грн		4089
17	Строк окупності, років		0,1