

**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 міжрядного обробітку
посівів картоплі на гребнях з модернізацією
культиватора КОН-4,2**

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

_____Шух Сергій Ярославович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**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)

(прізвище,
ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

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

Шух Сергій Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації міжрядного обробітку посівів картоплі на гребнях з модернізацією культиватора КОН-4,2.

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

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 29.05.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Стан питання, аналіз патентних джерел, огляд літературний

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз господарства базового. 2. Конструкцій існуючих огляд. 3. Процесу технологічного обґрунтування. 4. ОП та основні заходи при роботі з конструкцією. 5. Економічної ефективності оцінка від запровадження. Висновки. Література.

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: 12.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 29.09.2025 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2025 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 23.02.2026 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 37.03.2026 р.	Виконав
5	Економічний	до 24.04.2026 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 29.05.2026 р.	Виконав

Студент

(підпис)

_____.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

_____.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Шух Сергій Ярославович Удосконалення механізації міжрядного обробітку посівів картоплі на гребнях з модернізацією культиватора КОН-4,2 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У 1 розділі представлено діяльності аналіз господарства базового.

У 2 розділі наведено конструкцій існуючих огляд і рішень технічних за темою.

У 3 розділі наведено процесу технологічного обґрунтування та конструкції.

У 4 розділі - з охорони праці основні заходи при роботі з конструкцією, що розроблена

У 5 розділі приведено економічної ефективності оцінку від запровадження.

Дипломний проєкт виконано на 61 сторінках машинописного тексту, містить 40 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА	10
Висновки.....	12
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ.....	14
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні.....	14
2.2 Конструкцій існуючих огляд	18
2.3 Загальні положення патентного аналізу.....	28
Висновки.....	35
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ	36
3.1 Конструкції розробленої опис	36
3.2 Розрахунок ротаційної борінки.....	37
3.3 Розрахунок підшипників ковзання.....	40
3.4. Осі на міцність розрахунок.....	41
Висновки.....	42
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	43
Висновки.....	47
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ.....	49
Висновки.....	53
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	55
ЛІТЕРАТУРА.....	58
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур, що має значне економічне та соціальне значення. Вона широко використовується як у харчовій промисловості, так і для кормових та технічних цілей. Висока врожайність і якість продукції значною мірою визначаються дотриманням науково обґрунтованої технології вирощування, важливою складовою якої є своєчасний і якісний міжрядний обробіток посівів.

Міжрядний обробіток ґрунту у посівах картоплі є однією з ключових агротехнічних операцій, що забезпечує створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин упродовж усього вегетаційного періоду. Він спрямований на розпушування ґрунту, знищення бур'янів, руйнування ґрунтової кірки, покращення повітряного та водного режимів, а також формування оптимального мікрорельєфу поля. В умовах інтенсивного землеробства значення цієї операції суттєво зростає, оскільки вона безпосередньо впливає на продуктивність культури та ефективність використання ресурсів.

Особливо важливим є міжрядний обробіток у період активного росту картоплі, коли формується коренева система та закладаються бульби. У цей час рослини є найбільш чутливими до ущільнення ґрунту, нестачі вологи та конкуренції з боку бур'янів. Несвоєчасне або неякісне виконання міжрядного обробітку призводить до значного зниження врожайності, погіршення якості продукції та збільшення витрат на подальші технологічні операції.

Сучасні тенденції розвитку аграрного виробництва характеризуються необхідністю підвищення ефективності використання технічних засобів, зниження енергоємності технологічних процесів та мінімізації негативного впливу на довкілля. У цьому контексті особливої актуальності набуває вдосконалення машин і знарядь для міжрядного обробітку, які повинні забезпечувати високу якість виконання технологічних операцій при мінімальних витратах енергії та ресурсів.

Важливим фактором, що визначає ефективність міжрядного обробітку, є технічний рівень застосовуваних машин. Існуючі просапні культиватори, незважаючи на свою широке використання, не завжди відповідають сучасним вимогам щодо якості обробітку, універсальності та адаптивності до різних умов експлуатації. Зокрема, у складних ґрунтово-кліматичних умовах спостерігається нерівномірність глибини розпушування, недостатня ефективність знищення бур'янів, а також підвищений рівень пошкодження культурних рослин.

Одним із найбільш поширених технічних засобів для міжрядного обробітку просапних культур, у тому числі картоплі, є культиватор КОН-4,2. Його застосування обумовлене відносною простотою конструкції, надійністю в експлуатації та можливістю виконання різних технологічних операцій за рахунок використання змінних робочих органів. Однак, аналіз практичного використання даного культиватора свідчить про наявність низки конструктивних і технологічних недоліків, які обмежують ефективність його роботи.

До основних недоліків можна віднести недостатню стабільність глибини обробітку, що пов'язано з жорстким кріпленням робочих органів та відсутністю ефективних копіювальних механізмів. Крім того, існуюча конструкція не забезпечує достатньої адаптації до змінних умов ґрунту, що призводить до погіршення якості обробітку при зміні вологості та щільності ґрунту. Важливим недоліком є також обмежені можливості регулювання робочих органів, що ускладнює налаштування агрегату відповідно до агротехнічних вимог.

Окремою проблемою є підвищений ризик пошкодження рослин під час виконання міжрядного обробітку, особливо при роботі на підвищених швидкостях. Це пов'язано з недостатньою точністю ведення робочих органів у міжряддях та відсутністю ефективних захисних пристроїв. У результаті знижується густота стояння рослин, що негативно впливає на формування врожаю.

У сучасних умовах господарювання, коли особлива увага приділяється ресурсозбереженню та підвищенню конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва, виникає необхідність удосконалення існуючих конструкцій культиваторів. Модернізація культиватора КОН-4,2 дозволить підвищити ефективність міжрядного обробітку за рахунок покращення конструкції робочих органів, оптимізації їх взаємодії з ґрунтом та рослинами, а також впровадження більш досконалих регулювальних і копіювальних механізмів.

Перспективним напрямом удосконалення є застосування комбінованих робочих органів, які поєднують функції розпушування, підрізання бур'янів та формування гребенів. Також важливим є впровадження пружних елементів, що дозволяють зменшити динамічні навантаження та підвищити стабільність роботи культиватора. Використання сучасних конструктивних рішень сприятиме зниженню тягового опору агрегату та підвищенню його продуктивності.

Таким чином, удосконалення механізації міжрядного обробітку посівів картоплі шляхом модернізації культиватора КОН-4,2 є актуальним науково-технічним завданням, яке має важливе значення для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Реалізація запропонованих заходів дозволить покращити якість обробітку ґрунту, знизити енерговитрати та забезпечити більш раціональне використання технічних ресурсів.

Метою даного розділу є аналіз технологічного процесу міжрядного обробітку посівів картоплі, оцінка існуючих технічних засобів, зокрема культиватора КОН-4,2, та обґрунтування напрямів його модернізації для підвищення ефективності виконання технологічних операцій.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Загальна характеристика господарства та природно-економічні умови

Фермерське господарство спеціалізується на виробництві картоплі як основної товарної культури. Загальна площа орних земель становить 350 га, що дозволяє організувати масштабне виробництво із застосуванням інтенсивних технологій.

Господарство функціонує в зоні помірно-континентального клімату з достатнім тепловим ресурсом, проте нестабільним зволоженням. Це обумовлює необхідність використання зрошення для отримання стабільно високих урожаїв картоплі. Ґрунти - переважно чорноземи з вмістом гумусу 3–4%, які є придатними для вирощування картоплі за умови дотримання агротехнічних вимог.

Структура посівних площ

З урахуванням спеціалізації господарства структура посівів формується наступним чином:

Культура	Площа, га	Частка, %
Картопля	200	57
Зернові культури	80	23
Кормові культури	40	11
Технічні культури	30	9
Разом	350	100

Висока частка картоплі відповідає спеціалізації, але перевищує оптимальні межі сівозміни (20–30%), що може негативно впливати на родючість ґрунтів.

Для забезпечення довгострокової ефективності:

- картопля - 120–140 га (35–40%);
- зернові - 100 га;
- бобові - 50 га;
- технічні - 60 га.

Технологія вирощування картоплі

- підготовка ґрунту (оранка, культивація);
- внесення органічних добрив (30–40 т/га);
- садіння картоплі;
- формування гребенів;
- захист рослин;
- зрошення;
- збирання врожаю.

Матеріально-технічна база

Для картоплярства необхідні:

- картоплесаджалки;
- гребенеутворювачі;
- обприскувачі;
- картоплезбиральні комбайни;
- сортувальні лінії;
- сховища.

Трудові ресурси

- постійні працівники - 15–25;
- сезонні - до 60.

Картоплярство є трудомістким, особливо на етапах сортування та зберігання.

SWOT-аналіз

Сильні сторони:

- висока прибутковість;
- стабільний попит;
- можливість зберігання продукції.

Слабкі сторони:

- висока собівартість;
- трудомісткість;
- потреба у зрошенні.

Можливості:

- переробка;
- експорт;
- контрактне виробництво.

Загрози:

- хвороби (фітофтороз);
- погодні умови;
- коливання цін.

Аналіз ризиків

- кліматичні - посуха;
- біологічні - хвороби;
- економічні - падіння цін;
- технологічні - порушення агротехніки.

Напрями підвищення ефективності

- оптимізація сівозміни;
- впровадження краплинного зрошення;
- використання якісного насіннєвого матеріалу;
- будівництво сховищ;
- механізація процесів.

Висновки

Фермерське господарство площею 350 га з орієнтацією на вирощування картоплі є економічно ефективним виробництвом із високим рівнем прибутковості. Основна культура формує більшу частину доходу, що забезпечує фінансову стабільність підприємства.

Разом із тим, надмірна концентрація картоплі у структурі посівів створює ризики деградації ґрунтів і поширення хвороб. Значну роль відіграють погодні умови та забезпеченість водними ресурсами. Подальший розвиток господарства має бути спрямований на: удосконалення структури

посівів; впровадження інноваційних технологій; підвищення рівня механізації; розвиток інфраструктури зберігання.

Це дозволить забезпечити стабільне зростання ефективності виробництва та конкурентоспроможності господарства.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Основні агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку посівів картоплі

1. Загальні положення

Міжрядний обробіток посівів картоплі є однією з ключових агротехнічних операцій, що забезпечує формування оптимальних умов для росту, розвитку рослин та отримання високого врожаю. Його виконання спрямоване на підтримання сприятливого водно-повітряного режиму ґрунту, знищення бур'янів, запобігання утворенню ґрунтової кірки та формування гребенів.

Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку визначають параметри і якість виконання технологічного процесу, які повинні забезпечувати мінімальне пошкодження рослин і максимальну ефективність впливу на ґрунт та бур'яни. Дотримання цих вимог є необхідною умовою підвищення врожайності картоплі та ефективності використання машинно-тракторних агрегатів.

2. Вимоги до строків виконання міжрядного обробітку

Своєчасність проведення міжрядного обробітку є одним із найважливіших факторів, що визначають його ефективність.

Основні вимоги:

- перший обробіток проводять після появи сходів або у фазі «білої ниточки» бур'янів;
- наступні обробітки виконують у міру ущільнення ґрунту та появи нових хвиль бур'янів;
- останній обробіток здійснюють до змикання рядків рослин.

Запізнення з виконанням операції призводить до:

- зниження ефективності знищення бур'янів;
- погіршення структури ґрунту;

- втрат вологи;
- пригнічення росту рослин.

Надто раннє виконання також небажане, оскільки може призвести до пошкодження сходів.

3. Вимоги до глибини обробітку ґрунту

Глибина міжрядного обробітку повинна відповідати фазі розвитку рослин і стану ґрунту.

Рекомендовані параметри:

- перший обробіток: 4–6 см;
- другий: 6–8 см;
- підгортання: 8–12 см.

Основні вимоги:

- рівномірність глибини по всій ширині захвату;
- відхилення не більше ± 1 –2 см;
- недопущення оголення кореневої системи;
- запобігання пошкодженню столонів і молодих бульб.

Недотримання глибини призводить до:

- зниження ефективності боротьби з бур'янами;
- порушення водного режиму ґрунту;
- травмування рослин.

4. Вимоги до якості розпушування ґрунту

Розпушування ґрунту повинно забезпечувати оптимальну структуру орного шару.

Основні показники якості:

- дрібногрудкувата структура ґрунту;
- відсутність великих брил (понад 5 см);
- повне руйнування ґрунтової кірки;
- відсутність ущільнених шарів.

Якісне розпушування сприяє:

- покращенню аерації;

- збереженню вологи;
- активізації мікробіологічних процесів;
- кращому розвитку кореневої системи.

5. Вимоги до знищення бур'янів

Ефективне знищення бур'янів є однією з головних задач міжрядного обробітку.

Основні вимоги:

- ступінь знищення бур'янів – не менше 90–95%;
- підрізання бур'янів на всій площі міжряддя;
- недопущення повторного укорінення бур'янів;
- обробіток у фазі раннього розвитку бур'янів.

Особливу увагу слід приділяти:

- рівномірності підрізання;
- роботі в зоні рядка (захисна зона);
- запобіганню засміченню посівів.

6. Вимоги до захисної зони рядка

Захисна зона – це ділянка ґрунту безпосередньо біля рядка рослин, яка не обробляється робочими органами.

Основні параметри:

- ширина захисної зони: 8–15 см (залежно від фази розвитку);
- точність ведення агрегату;
- мінімальне відхилення від осі рядка.

Основні вимоги:

- недопущення засипання рослин ґрунтом;
- мінімізація механічних пошкоджень;
- забезпечення стійкості рослин.

7. Вимоги до підгортання рослин

Підгортання є важливим елементом догляду за посівами картоплі.

Основні вимоги:

- формування рівномірних гребенів;

- висота гребенів: 12–20 см;
- симетричність профілю;
- пухка структура ґрунту в гребені.

Підгортання забезпечує:

- захист бульб від світла;
- покращення умов формування врожаю;
- зменшення випаровування вологи.

8. Вимоги до швидкості руху агрегату

Швидкість руху значною мірою впливає на якість обробітку.

Рекомендовані значення:

- 4–6 км/год — для ранніх обробітків;
- 6–8 км/год — для наступних операцій.

Основні вимоги:

- забезпечення стабільної роботи робочих органів;
- недопущення викидання ґрунту на рослини;
- мінімізація пошкоджень.

9. Вимоги до енергетичних та експлуатаційних показників

Міжрядний обробіток повинен здійснюватися з мінімальними витратами ресурсів.

Основні вимоги:

- зниження тягового опору;
- раціональне використання палива;
- висока продуктивність агрегату;
- надійність і довговічність робочих органів.

10. Вимоги до безпеки та екологічності

Під час виконання міжрядного обробітку необхідно забезпечити:

- безпечні умови праці оператора;
- мінімальний вплив на довкілля;
- недопущення ерозії ґрунтів;
- збереження родючості ґрунту.

11. Узагальнені вимоги до якості виконання операції

Якість міжрядного обробітку оцінюється за такими показниками:

- рівномірність глибини обробітку;
- ступінь знищення бур'янів;
- відсутність пошкоджених рослин (не більше 3–5%);
- якість формування гребенів;
- відсутність огріхів.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Ефективне вирощування картоплі як однієї з провідних продовольчих культур значною мірою залежить від якості виконання технологічних операцій догляду за посівами, серед яких важливе місце займає міжрядний обробіток ґрунту. Цей агротехнічний захід забезпечує створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, сприяє збереженню вологи, покращенню аерації ґрунту, а також ефективному знищенню бур'янів.

Сучасні умови ведення сільського господарства вимагають підвищення продуктивності та якості виконання технологічних операцій при одночасному зниженні енерговитрат і матеріальних ресурсів. Особливо актуальним є удосконалення технічних засобів для міжрядного обробітку картоплі, оскільки існуючі конструкції культиваторів не завжди повною мірою забезпечують необхідну точність обробітку, рівномірність глибини розпушування та мінімальне пошкодження рослин.

Одним із широко застосовуваних технічних засобів для міжрядного обробітку є культиватор КОН-4,2, який призначений для розпушування ґрунту, знищення бур'янів та формування гребенів у посівах просапних культур. Проте аналіз його конструкції та умов експлуатації показує наявність певних недоліків, зокрема недостатню адаптивність робочих органів до змінних ґрунтових умов, обмежені можливості регулювання та недостатню ефективність роботи на підвищених швидкостях.

У зв'язку з цим виникає необхідність модернізації культиватора КОН-4,2 з метою підвищення якості міжрядного обробітку, зниження енерговитрат і забезпечення більш дбайливого впливу на рослини картоплі. Удосконалення конструкції робочих органів та їх взаємодії з ґрунтом дозволить підвищити ефективність технологічного процесу та конкурентоспроможність машинно-тракторних агрегатів.

Метою даного розділу є аналіз існуючих технологій і технічних засобів міжрядного обробітку посівів картоплі, обґрунтування необхідності модернізації культиватора КОН-4,2 та визначення основних напрямів удосконалення його конструкції.

Аналіз технологічного процесу міжрядного обробітку посівів картоплі

Міжрядний обробіток посівів картоплі є складовою частиною інтенсивної технології її вирощування та включає комплекс операцій, спрямованих на підтримання оптимального стану ґрунту і забезпечення сприятливих умов для розвитку рослин. До основних операцій належать розпушування ґрунту, знищення бур'янів, підгортання рослин, а також руйнування ґрунтової кірки.

Особливістю міжрядного обробітку картоплі є необхідність забезпечення високої точності ведення робочих органів у міжряддях, що обумовлено порівняно невеликою відстанню між рядками та чутливістю рослин до механічних пошкоджень. Важливим фактором є також дотримання оптимальної глибини обробітку, яка змінюється залежно від фази розвитку культури та стану ґрунту.

На ранніх етапах розвитку рослин основною задачею є знищення бур'янів і розпушування поверхневого шару ґрунту на глибину 4–6 см. У подальшому, при проведенні підгортання, глибина обробітку може збільшуватись до 10–12 см із формуванням гребенів. При цьому важливо уникати засипання рослин та пошкодження їх кореневої системи.

Суттєвий вплив на якість виконання міжрядного обробітку мають такі фактори, як фізико-механічні властивості ґрунту, вологість, щільність, ступінь

засміченості бур'янами, а також швидкість руху агрегату. Недотримання оптимальних режимів роботи призводить до погіршення якості обробітку, зростання енерговитрат і зниження врожайності культури.

2. Огляд існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку

Для міжрядного обробітку посівів картоплі використовуються різноманітні культиватори, які відрізняються конструкцією робочих органів, способом агрегування та функціональними можливостями. Найбільш поширеними є просапні культиватори, обладнані лапами різних типів (стрілчастими, долотоподібними, плоскорізальними), підгортальними корпусами, ротаційними робочими органами та захисними пристроями.

Стрілчасті лапи забезпечують ефективне підрізання бур'янів і розпушування верхнього шару ґрунту, проте можуть створювати значний опір руху. Долотоподібні лапи використовуються для глибшого розпушування, але менш ефективні у боротьбі з бур'янами. Ротаційні робочі органи сприяють кращому кришенню ґрунту і знищенню бур'янів, однак мають складнішу конструкцію та підвищені вимоги до обслуговування.

Особливе місце серед технічних засобів займає культиватор КОН-4,2, який широко застосовується у виробничих умовах завдяки своїй універсальності та відносній простоті конструкції. Він оснащується набором змінних робочих органів, що дозволяє виконувати різні технологічні операції від поверхневого розпушування до підгортання рослин.

Разом з тим, аналіз експлуатації існуючих культиваторів показує, що вони не завжди забезпечують високу якість обробітку в умовах змінної щільності та вологості ґрунту. Недостатня стабільність глибини обробітку, нерівномірність підгортання та пошкодження рослин є основними недоліками, що потребують усунення шляхом удосконалення конструкції машин.

3. Обґрунтування необхідності модернізації культиватора КОН-4,2

Підвищення ефективності міжрядного обробітку картоплі безпосередньо пов'язане з удосконаленням технічних засобів, зокрема культиватора КОН-4,2. Основними напрямками модернізації є покращення

конструкції робочих органів, підвищення точності їх ведення у міжряддях, а також забезпечення стабільності технологічних параметрів роботи.

Існуюча конструкція культиватора має обмежені можливості адаптації до різних ґрунтових умов, що призводить до коливань глибини обробітку та нерівномірності формування гребенів. Крім того, при роботі на підвищених швидкостях зростає ризик пошкодження рослин, що негативно впливає на врожайність.

Модернізація культиватора може передбачати вдосконалення форми та розташування робочих органів, застосування пружних або копіювальних елементів, впровадження регульованих механізмів та використання нових матеріалів. Це дозволить зменшити тяговий опір, підвищити якість обробітку та забезпечити більш дбайливий вплив на рослини.

Таким чином, удосконалення конструкції культиватора КОН-4,2 є актуальним науково-технічним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності вирощування картоплі та зниженню витрат ресурсів.

Огляд існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур

Загальна характеристика культиваторів для міжрядного обробітку

Культиватори для міжрядного обробітку просапних культур є основними технічними засобами догляду за посівами. Вони призначені для розпушування ґрунту, знищення бур'янів, руйнування ґрунтової кірки, підгортання рослин і внесення добрив.

Сучасні культиватори повинні забезпечувати:

- високу точність ведення по рядках;
- стабільність глибини обробітку;
- мінімальне пошкодження рослин;
- універсальність використання для різних культур.

За конструктивними ознаками культиватори поділяються на:

- просапні (міжрядні);

- універсальні;
- спеціалізовані.

Найбільше поширення отримали просапні культиватори, які спеціально призначені для міжрядного обробітку широкорядних культур.

Класифікація культиваторів за конструктивними ознаками

За способом агрегування:

- навісні;
- напівнавісні;
- причіпні.

Навісні культиватори є найбільш поширеними завдяки простоті конструкції та маневреності. Причіпні машини застосовуються для великих площ і відзначаються більшою шириною захвату.

За типом робочих органів

Виділяють такі типи:

- лапові (стрілчасті, долотоподібні);
- дискові;
- ротаційні;
- комбіновані.

Найбільш універсальними є лапові культиватори, які забезпечують підрізання бур'янів і розпушування ґрунту.

Ротаційні органи забезпечують інтенсивніше кришення ґрунту, а дискові - ефективні при обробітку ущільнених ґрунтів.

За функціональним призначенням

- полільні;
- розпушувальні;
- підживлювальні;
- підгортальні;
- комбіновані.

Сучасні машини часто поєднують кілька функцій, що дозволяє виконувати декілька операцій за один прохід.

Конструкції традиційних просапних культиваторів

Культиватори з жорсткою рамою

Це найбільш проста конструкція, яка складається з:

- рами;
- робочих секцій;
- опорних коліс;
- навісного пристрою.

Недоліки:

- низька адаптивність до рельєфу;
- нерівномірна глибина обробітку.

Культиватори з паралелограмною підвіскою секцій

Це найбільш поширений тип сучасних машин.

Особливості:

- робочі органи закріплені на паралелограмній підвісці;
- забезпечується копіювання рельєфу;
- кут входження лап залишається сталим.

Переваги:

- стабільна глибина обробітку;
- підвищена якість роботи.

Такі конструкції використовуються у більшості сучасних культиваторів.

Культиватори з опорними колесами секцій

У цих машинах кожна секція має власне опорне колесо, що забезпечує:

- точне копіювання поверхні;
- стабілізацію глибини обробітку.

Це особливо важливо при роботі на нерівних полях.

Сучасні конструкції культиваторів

Універсальні багатофункціональні культиватори

Прикладом є сучасні машини типу ROW-MASTER RN, які мають:

- регульовану ширину міжрядь (45–80 см);
- високу раму для роботи з високостебловими культурами;

- змінні робочі органи.

Переваги:

- універсальність;
- висока продуктивність;
- адаптивність до різних умов.

Культиватори з внесенням добрив

Такі машини поєднують:

- міжрядний обробіток;
- локальне внесення мінеральних добрив.

Приклад - культиватори типу ALTAIR, які забезпечують одночасне розпушування та підживлення рослин.

Переваги:

- зменшення кількості проходів;
- підвищення ефективності використання добрив.

Культиватори з автоматичними системами керування

Сучасні машини оснащуються:

- камерами;
- системами автоматичного ведення;
- електронними контролерами.

Такі системи дозволяють:

- працювати на високих швидкостях;
- зменшити пошкодження рослин;
- підвищити точність обробітку.

Культиватори з секційним керуванням

Особливості:

- кожна секція працює незалежно;
- можливе автоматичне вимкнення секцій.

Це дозволяє:

- уникнути перекриттів;
- зменшити витрати ресурсів.

Робочі органи культиваторів

Основними робочими органами є:

- стрілчасті лапи;
- ножі;
- диски;
- підгортальники;
- ротаційні зірочки.

Стрілчасті лапи:

- ширина 250–360 мм;
- ефективно підрізають бур'яни.

Комбіновані органи:

- виконують кілька функцій;
- підвищують ефективність обробітку.

Перспективні напрями розвитку конструкцій

Використання роботизованих систем

Новітнім напрямом є агророботи, які:

- виконують міжрядний обробіток автономно;
- забезпечують високу точність;
- зменшують потребу в ручній праці.

Інтелектуальні системи управління

Включають:

- комп'ютерне бачення;
- GPS-навігацію;
- автоматичне регулювання робочих органів.

Комбіновані агрегати

Сучасні машини поєднують:

- обробіток ґрунту;
- підживлення;
- захист рослин.

Порівняльний аналіз конструкцій

Основні тенденції розвитку:

- перехід від простих до складних конструкцій;
- підвищення універсальності;
- автоматизація процесів;
- зменшення енерговитрат.

Основні недоліки існуючих конструкцій:

- складність налаштування;
- висока вартість сучасних машин;
- потреба в кваліфікованому обслуговуванні.

Аналіз існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур показує, що сучасні машини характеризуються високим рівнем технічного розвитку, універсальністю та можливістю адаптації до різних умов експлуатації.

Найбільш ефективними є культиватори: з паралелограмною підвіскою; з автоматичними системами ведення; з комбінованими робочими органами.

Разом з тим, існуючі конструкції потребують подальшого вдосконалення, спрямованого на: підвищення точності обробітку; зменшення енерговитрат; покращення умов роботи рослин.

Це створює передумови для модернізації таких машин, як культиватор КОН-4,2, з метою підвищення ефективності міжрядного обробітку.

У результаті проведеного аналізу існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку просапних культур встановлено, що ці машини відіграють ключову роль у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур, забезпечуючи створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Від якості виконання міжрядного обробітку значною мірою залежать водно-повітряний режим ґрунту, рівень засміченості посівів бур'янами, а також формування врожайності.

Встановлено, що сучасні культиватори характеризуються значним різноманіттям конструктивних рішень, які відрізняються за способом агрегування, типом робочих органів, функціональним призначенням та

рівнем технічної оснащеності. Найбільш поширеними є навісні та напівнавісні просапні культиватори, які забезпечують достатню маневреність і продуктивність при обробі міжрядь. За типом робочих органів переважають лапові конструкції, які поєднують ефективність підрізання бур'янів із відносною простотою та надійністю.

Аналіз конструкцій показав, що перехід від культиваторів із жорстким кріпленням робочих органів до машин із паралелограмною підвіскою є важливим етапом удосконалення техніки. Використання паралелограмних механізмів дозволяє забезпечити стабільність глибини обробки, покращити копіювання рельєфу поля та знизити негативний вплив нерівностей поверхні на якість технологічного процесу. Додаткове оснащення секцій опорними колесами ще більше підвищує точність виконання операції.

Разом з тим встановлено, що навіть сучасні конструкції культиваторів не повною мірою відповідають зростаючим агротехнічним вимогам. Основними недоліками є недостатня адаптивність до змінних ґрунтових умов, складність налаштування, нерівномірність глибини обробки та можливість пошкодження культурних рослин. Особливо це проявляється при роботі на підвищених швидкостях або в умовах неоднорідного ґрунтового середовища.

Важливим напрямом розвитку є створення багатофункціональних культиваторів, здатних виконувати кілька технологічних операцій за один прохід. Поєднання міжрядного обробки з внесенням мінеральних добрив, підгортанням і частковим захистом рослин дозволяє суттєво зменшити кількість проходів агрегатів по полю, знизити ущільнення ґрунту та скоротити витрати палива. Однак такі конструкції ускладнюються та потребують більш високого рівня технічного обслуговування.

Аналіз сучасних тенденцій показує активне впровадження автоматизованих систем керування, зокрема систем точного ведення по рядках, що базуються на використанні камер, датчиків і супутникової навігації. Це дозволяє значно підвищити точність обробки, зменшити ширину захисної зони та, відповідно, підвищити ефективність використання

площі живлення рослин. Разом з тим такі системи є дорогими та поки що обмежено застосовуються у господарствах середнього рівня.

Окрему увагу приділено аналізу робочих органів культиваторів, які безпосередньо визначають якість обробітку ґрунту. Встановлено, що найбільш ефективними є комбіновані робочі органи, які поєднують функції розпушування, підрізання бур'янів і формування ґрунтового профілю. Використання таких органів дозволяє підвищити якість обробітку при одночасному зниженні енерговитрат.

У ході дослідження також встановлено, що значна частина існуючих культиваторів, зокрема широко застосовуваних у виробництві, має певні конструктивні обмеження. До них належать недостатня гнучкість регулювань, відсутність ефективних копіювальних механізмів, а також обмежені можливості адаптації до різних технологічних умов. Це зумовлює необхідність їх подальшого вдосконалення.

2.3 Загальні положення патентного аналізу



Рисунок 2.1 - КРН-5,6



Рисунок 2.2 - КОН - 2,8



Рисунок 2.3 - КГП - 4



Рисунок 2.4 - УСМК - 5,4



Рисунок 2.5 - Thema Sfoggia



Рисунок 2.6 - КМО - 3,0



Рисунок 2.7 - Альтаїр - 5,6

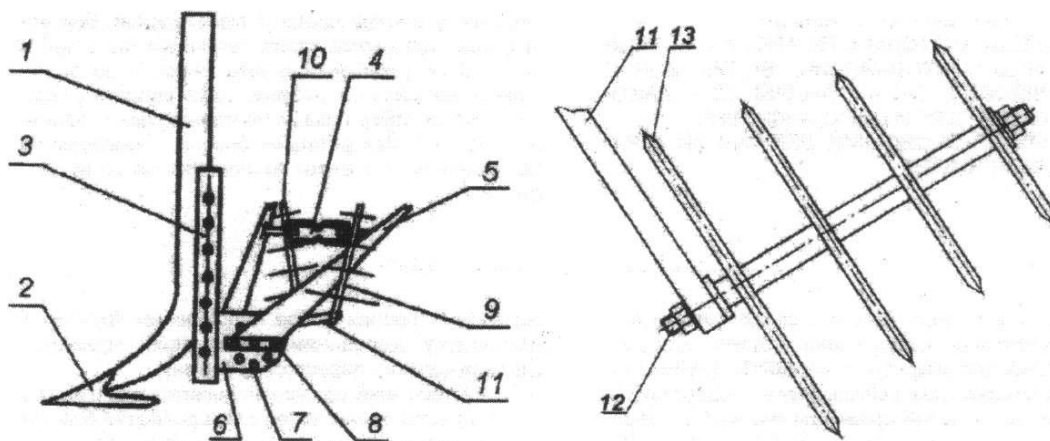


Рисунок 2.8 - № 43971

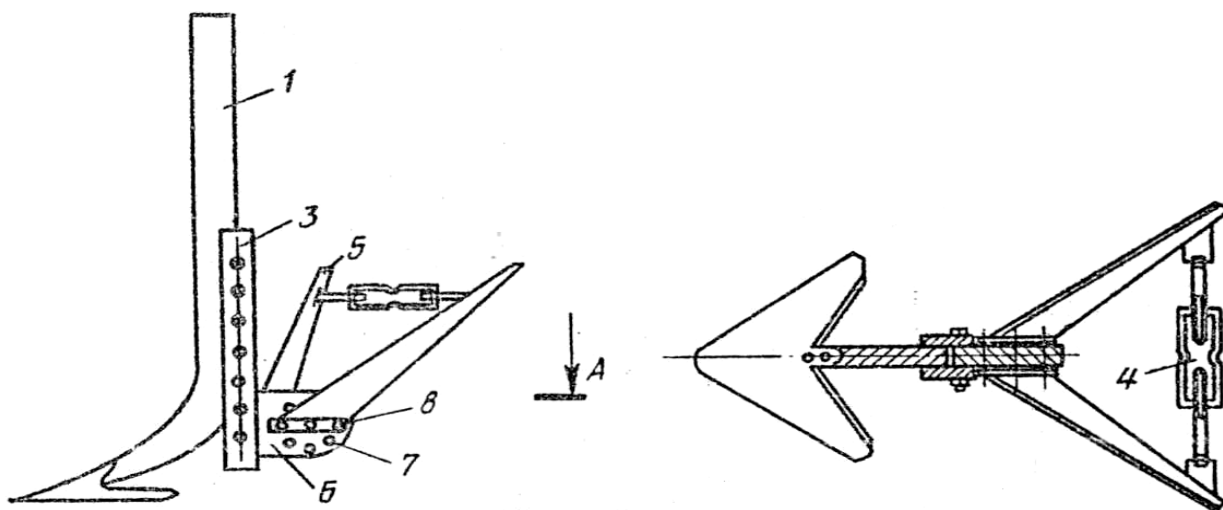


Рисунок 2.9 - № 908259

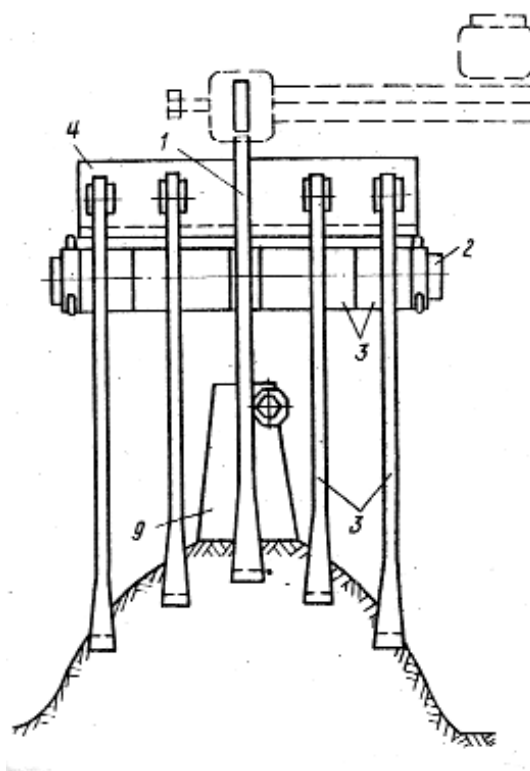
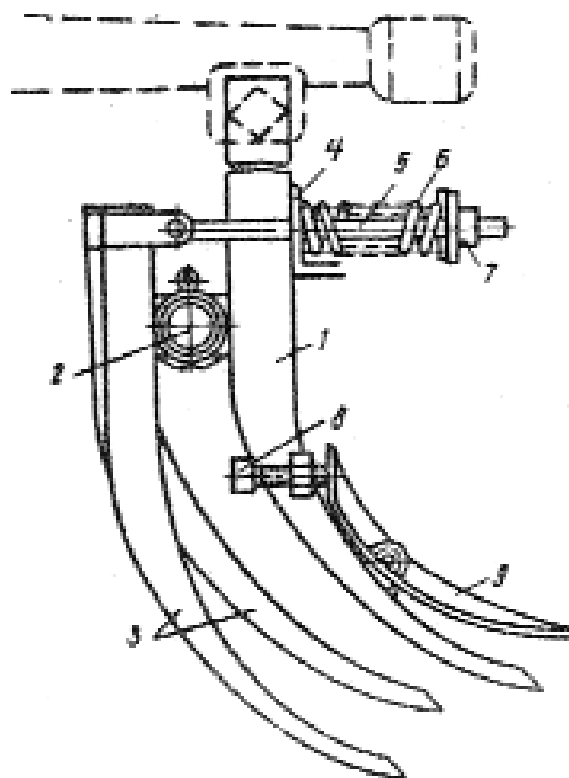


Рисунок 2.10 - № 938773

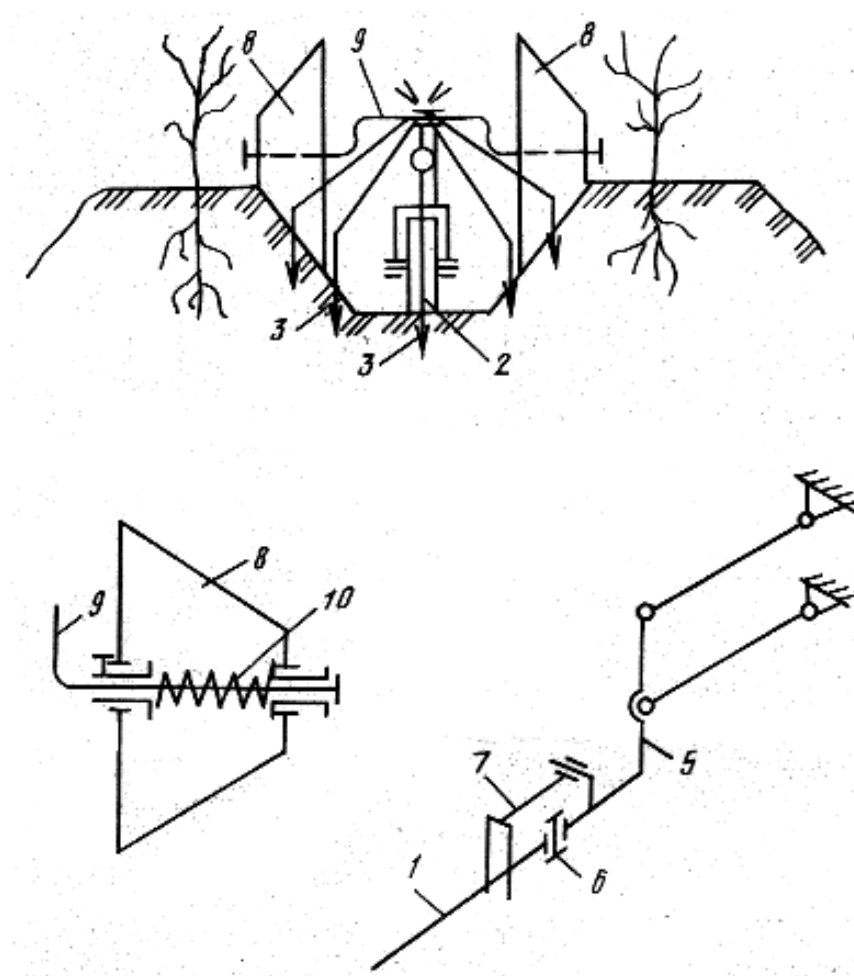


Рисунок 2.11 - № 615877

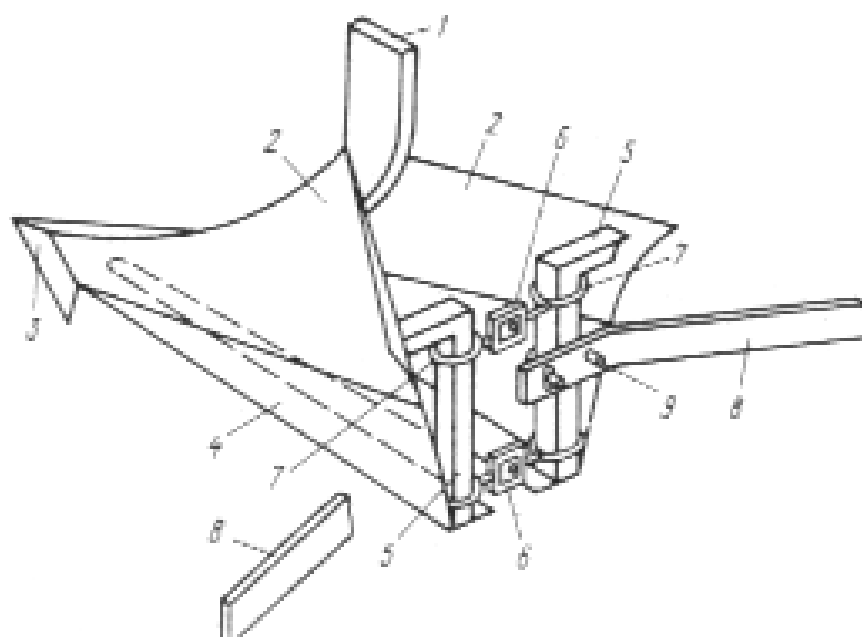


Рисунок 2.12 - № 104492

Висновки

Дотримання агротехнічних вимог до міжрядного обробітку посівів картоплі є необхідною умовою забезпечення високої врожайності культури та ефективності виробництва. Основними факторами, що визначають якість виконання цієї операції, є своєчасність її проведення, правильний вибір глибини обробітку, ефективність знищення бур'янів та мінімізація пошкодження рослин. Удосконалення технічних засобів, зокрема культиваторів, повинно бути спрямоване на забезпечення відповідності цим вимогам, що дозволить підвищити продуктивність праці, знизити витрати ресурсів та покращити результати вирощування картоплі.

На основі проведеного аналізу визначено основні напрями удосконалення конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку: підвищення точності ведення робочих органів у міжряддях; забезпечення стабільності глибини обробітку незалежно від рельєфу поля; удосконалення конструкції робочих органів з метою зниження тягового опору; впровадження адаптивних і копіювальних механізмів; розширення функціональних можливостей машин; зменшення пошкодження рослин під час роботи.

Таким чином, результати огляду підтверджують актуальність модернізації існуючих культиваторів, зокрема культиватора КОН-4,2, як одного з найбільш поширених технічних засобів для міжрядного обробітку просапних культур. Його удосконалення має бути спрямоване на підвищення якості виконання технологічного процесу, зниження енерговитрат та забезпечення відповідності сучасним агротехнічним вимогам. Дослідження та конструкторські розробки повинні бути орієнтовані на створення більш досконалих, адаптивних і енергоефективних машин, здатних забезпечити високий рівень механізації міжрядного обробітку та підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва в цілому.

На основі огляду прийнято рішення модернізувати конструкцію культиватора КОН-4,2, взявши за основу № 43971.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

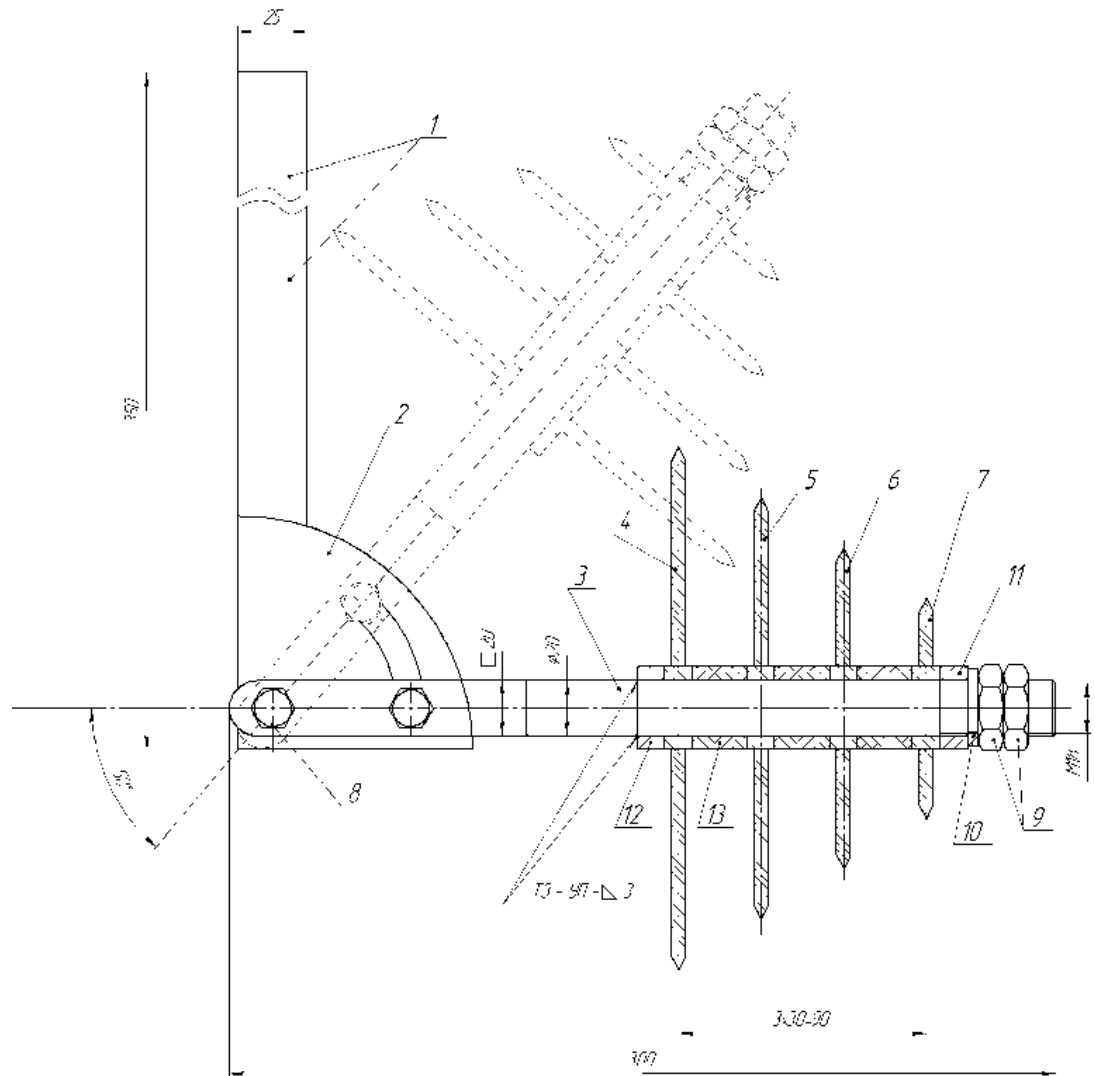


Рисунок 3.1 - Робочого органу схема вдосконалення

Запропоноване технічне рішення забезпечує підвищення якості розпушування ґрунту, формування гребенів із дрібногрудкуватою структурою та ефективне пригортання рослин, одночасно сприяючи руйнуванню розвиненої кореневої системи бур'янів коренепаросткових.

Досягнення зазначеного ефекту зумовлене тим, що на стійці змонтовано праву та ліву ротаційні борінки, конструкцією яких передбачено регулювання кута атаки відносно гребеня нахилу.

Робочий орган для міжрядного обробітку ґрунту складається зі стійки 1, на якій закріплено скобу 2. На скобі 2 за допомогою болта 9 встановлено вісь 3, на якій розміщені голчасті диски 4, 5, 6, 7. Диски закріплені з можливістю зміни кута атаки шляхом регулювання положення скоби 2. Фіксація дисків на осі 3 здійснюється за допомогою комплекту втулок 13 та затискних гайок.

Принцип роботи полягає в наступному. Під час переміщення агрегату ґрунтом відбувається підрізання бур'янів на бокових поверхнях гребенів. Одночасно голчасті диски 4–7, вільно обертаючись на осі 3, перекочуються по поверхні ґрунту, виконуючи додаткове розпушування, подрібнення грудок і формування гребеня. У результаті забезпечується якісне пригортання рослин добре розпушеним ґрунтом і руйнування кореневої системи бур'янів коренепаросткових.

Попередній аналіз свідчить про достатню надійність конструкції в роботі та її технологічність у виробничих умовах.

Висновок. Запропонований робочий орган забезпечує інтенсивніше розпушування ґрунту, покращене пригортання рослин дрібнодисперсним ґрунтом і ефективне знищення коренепаросткових бур'янів. У наступному розділі доцільно перейти до обґрунтування та розрахунку його конструктивних параметрів.

3.2 Розрахунок ротаційної борінки

Визначаємо ширину захвата робочого диска за формулою:

$$l_1 = 2 \sqrt{2Rh - h^2} \sin \alpha, \quad (3.1)$$

де: R – радіус диска, мм;

h – висота зрізу диска, мм;

α - кут нахилу диска.

$$l_1 = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 95 \cdot 5 - 5^2} \cdot \sin 50 = 46,8 \approx 47 \text{ мм}$$

При ширині захвата однієї секції 190 мм число робочих дисків на одній секції складе:

$$n = 190/47 = 3 \quad (3.2)$$

Враховуючи, що диски не однакові, різниця їх діаметрів складає 110 мм, приймаємо 4 диски.

Напишемо рівняння руху голки диска, розташував початок координат в точці О торкання голки диска с ґрунтом. Вісь X направимо по площині диска, вісь Y – перпендикулярно диску, а вісь Z – вертикально. Диск обертається у площині ZOХ з кутовою швидкістю у напрямку, протилежному обертанню годинникової стрілки.

Рівняння руху голки диска:

$$x = vt \cos \alpha + R \sin \omega t ;$$

$$y = vt \sin \alpha ;$$

$$z = R(1 - \cos \omega t).$$

Проекції абсолютної швидкості голки диска на вісі координат

$$v_{ax} = v \cos \alpha + \omega R \cos \omega t ;$$

$$v_{ay} = v \sin \alpha ;$$

$$v_z = \omega R \sin \omega t.$$

Очевидно, що окружна швидкість диска, приводимого в обертання від зщеплення з ґрунтом, по кінцям голок диска

$$\omega R = -v \cos \alpha.$$

Тоді абсолютна швидкість голки диска

$$v_a = v \sqrt{1 + \cos^2 \alpha (1 - 2 \cos \omega t)}. \quad (3.3)$$

З цього рівняння слідує, що при $\omega t = 0$, тобто коли голка диска стикається з ґрунтом, її абсолютна швидкість

$$v_a = v \sin \alpha.$$

Голка диска входить в ґрунт при куті

$$\omega t = 360 - \arccos(1 - H/R),$$

де: H – глибина воду у ґрунт, мм.

Підставляючи у рівняння (3.3) значення косинуса цього кута, отримуємо абсолютну швидкість голки диска при вході у ґрунт:

$$v_a = v \sqrt{1 + \cos^2 (2H/R - 1)}. \quad (3.4)$$

$$v_a = 2 \cdot \sqrt{1 + \cos^2 50 \cdot (2 \cdot 9/95 - 1)} = 2,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\theta = \arccos \frac{H/R \cdot \cos \alpha}{\sqrt{1 + \cos^2 \alpha (H^2/R^2 - 1)}} \quad (3.5)$$

$$\theta = \arccos \frac{9/95 \cdot \cos 50}{\sqrt{1 + \cos^2 50 (9^2/95^2 - 1)}} = 35^\circ.$$

Висновки: ширина захвату робочого диска склала 47 мм, кут між горизонтальною складовою абсолютної швидкості та віссю X в момент входу голки диска у ґрунт клав 35° .

3.3 Розрахунок підшипника ковзання

Підшипник ковзання буде виготовлено з поліаміду П – 6. Загальний вид підшипника представлено на рис. 3.2.

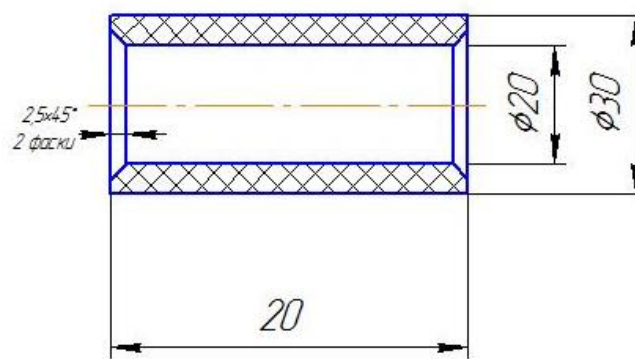


Рисунок 3.2 - Кочення підшипник

Проведемо розрахунок розрахунок підшипника ковзання по питомому тиску по формулі:

$$q = \frac{P}{l \cdot d}, \quad (3.6)$$

де: q – питомий тиск, Н/м²;

P – навантаження на підшипник, Н;

l - довжина втулки підшипника, м;

d – діаметр втулки підшипника, м.

Конструктивно приймаємо

$l = 0,02$ м;

$q = 0,5$ МПа;

$P = 120$ Н.

З формули (6.6) маємо

$$d = P / q \cdot l, \text{ м} \quad (3.7)$$

$$d = 120 / 500000 \cdot 0,02 = 0,012 \text{ м.}$$

3.4 Осі на міцність розрахунок

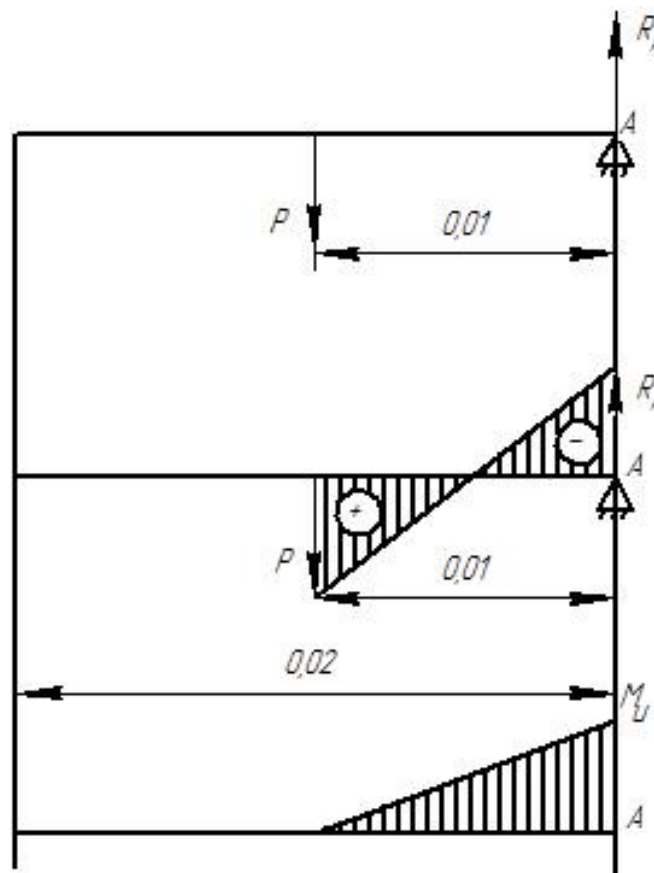


Рисунок 3.3 - Навантаження схема, епюри та моменту, що діють на вісь

На осі обертається голчатий диск і на вісь діє навантаження $P = 120 \text{ Н}$.

Приймаємо, що навантаження $P = 120 \text{ Н}$ зосереджене і прикладене по середині осі, один кінець якої защемлено (т. А, рис. 3.3.).

Умова рівноваги запишеться наступним чином:

$$\sum P_A = 0, \quad \sum M_A = \rho \times M_u.$$

$$P - R_A = 0; R = P = 120 \text{ Н}.$$

Виходячи з умови рівноваги, маємо:

$$M_u = P \cdot 0,01 = 120 \cdot 0,01 = 1,2 \text{ Нм}.$$

$$d = \sqrt[3]{M_u / 0,1 \cdot [\sigma_u]}, \text{ м} \quad (3.8)$$

$$d = \sqrt{1,2 / 0,1 \cdot 8 \cdot 10^7} = 0,0053 \text{ м}.$$

Як бачимо, гранично мінімальний діаметр вала біля 6 мм. Раніше було прийнято, що діаметр втулки підшипника дорівнює 20 мм. Матеріал осі 40Х-3.

Висновок

Гранично допустиме мінімальне значення внутрішнього діаметра втулки підшипника ковзання дорівнює 12 мм. З конструктивних міркувань приймаємо $d = 20 \text{ мм}$. З врахуванням цього зовнішній діаметр $D = 30 \text{ мм}$.

Проведені розрахунки конструктивних параметрів культиватора для міжрядного обробітку, було виконано технологічний розрахунок ротаційної борінки, а також провели розрахунок вісі на міцність.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

1. Загальні положення

Міжрядний обробіток посівів картоплі культиватором КОН-4,2 належить до технологічно важливих, але потенційно небезпечних операцій у сільськогосподарському виробництві. Під час виконання робіт виникає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів, пов'язаних із рухом агрегату, обертовими та заглибленими робочими органами, підвищеним рівнем вібрації, пиловиділенням, а також можливістю механічного травмування персоналу.

Основною метою дотримання вимог охорони праці є забезпечення безпечних умов роботи механізаторів, запобігання нещасним випадкам, підвищення надійності експлуатації машинно-тракторних агрегатів та збереження здоров'я працівників.

До виконання робіт допускаються лише працівники, які: пройшли медичний огляд; мають відповідну кваліфікацію тракториста-машиніста; пройшли інструктаж з охорони праці; ознайомлені з конструкцією культиватора КОН-4,2 та правилами його експлуатації.

2. Вимоги до технічного стану агрегату перед початком роботи

Перед початком роботи обов'язковим є ретельний технічний огляд трактора та культиватора КОН-4,2.

Перевіряється: справність навісної системи трактора; надійність кріплення культиватора; стан робочих органів (лап, стійок, підгортачів); відсутність тріщин, деформацій і надмірного зношення деталей; справність захисних кожухів і огорожень; наявність та правильність встановлення опорних коліс; затягування всіх різьбових з'єднань.

Особлива увага приділяється стану робочих органів, оскільки їх руйнування під час роботи може призвести до аварійної ситуації та травмування працівників.

Не допускається експлуатація культиватора при: несправних або відсутніх захисних елементах; значному зношенні лап; розхитаних кріпленнях; неправильному регулюванні секцій.

3. Вимоги до підготовки трактора і агрегату до роботи

Агрегаткування культиватора КОН-4,2 з трактором повинно здійснюватися на рівному майданчику при заглушеному двигуні.

Основні вимоги: використання лише штатних з'єднувальних елементів; заборона перебування людей між трактором і культиватором під час зчеплення; перевірка фіксації пальців і замків навіски; правильне встановлення центральної тяги та розкосів; регулювання горизонтального положення рами культиватора.

Після агрегаткування виконується пробний підйом і опускання культиватора для перевірки стабільності навісної системи.

4. Вимоги безпеки під час руху агрегату до поля

Під час транспортування культиватора необхідно:

- підняти робочі органи в транспортне положення;
- зафіксувати їх спеціальними фіксаторами;
- дотримуватись допустимої швидкості руху (до 15–20 км/год);
- уникати різких поворотів і гальмувань;
- не перевозити сторонніх осіб на агрегаті.

При переїзді дорогами загального користування агрегат повинен бути обладнаний: сигнальними пристроями; світловідбивачами; габаритними вогнями (за необхідності).

5. Вимоги безпеки під час роботи в полі

Під час міжрядного обробітку посівів картоплі забороняється: перебування людей у зоні роботи культиватора; очищення робочих органів на ходу; регулювання глибини обробітку під час руху; перебування на рамі культиватора; різке підняття або опускання агрегату.

Основні вимоги до роботи:

- підтримання постійної швидкості руху (4–8 км/год);

- плавне керування трактором без різких маневрів;
- контроль за рівномірністю ходу секцій;
- постійне спостереження за робочими органами;
- недопущення перевантаження трактора.

При забиванні робочих органів:

- агрегат повністю зупиняють;
- опускають культиватор на землю;
- вимикають двигун;
- лише після цього проводять очищення.

6. Вимоги до регулювання та обслуговування під час роботи

Регулювання культиватора КОН-4,2 під час роботи допускається тільки при повній зупинці агрегату.

Основні вимоги:

- використання справного інструменту;
- заборона регулювання на піднятому агрегаті без упорів;
- перевірка затягування болтових з'єднань;
- контроль глибини обробітку після кожного регулювання.

Змашування рухомих елементів виконується тільки при зупиненому двигуні.

7. Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні

Технічне обслуговування культиватора включає:

- очищення робочих органів;
- перевірку зношення лап;
- заміну зношених елементів;
- регулювання секцій.

Основні вимоги:

- обслуговування проводити тільки на спеціально відведених майданчиках;
- обов'язкове блокування агрегату;
- використання рукавиць та спецодягу;
- заборона роботи під піднятим культиватором без упорів.

8. Вимоги пожежної безпеки

Під час експлуатації машинно-тракторного агрегату необхідно:

- не допускати витоку пального і мастил;
- не палити поблизу техніки;
- мати в наявності вогнегасник;
- контролювати нагрівання вузлів трактора;
- не допускати роботи при іскрінні або несправностях електрообладнання.

9. Вимоги до умов праці механізатора

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно:

- використовувати справну кабіну трактора;
- забезпечити нормальний мікроклімат у кабіні;
- зменшувати рівень вібрації та шуму;
- забезпечити достатню видимість робочої зони;
- дотримуватись режиму праці та відпочинку.

Робота в нічний час дозволяється лише при достатньому освітленні поля.

10. Дії у разі аварійних ситуацій

У разі виникнення аварійної ситуації (поломка, поломка навіски, сторонній шум, втрата керованості): негайно зупинити агрегат; заглушити двигун; вивести трактор у безпечне місце; повідомити відповідальну особу.

У разі травмування працівника:

- надати першу домедичну допомогу;
- викликати медичну службу;
- зафіксувати обставини події.

11. Узагальнені вимоги безпеки

Ефективна та безпечна робота культиватора КОН-4,2 можлива лише за умови:

- дотримання всіх інструкцій з охорони праці;
- справного технічного стану агрегату;
- належної кваліфікації оператора;
- суворого дотримання технологічного режиму роботи.

Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці при проведенні міжрядного обробітку посівів картоплі культиватором КОН-4,2 є обов'язковою умовою безаварійної експлуатації техніки та збереження здоров'я працівників. Найбільша увага повинна приділятися технічному стану агрегату, правильності агрегування, безпечному виконанню технологічного процесу та контролю за роботою робочих органів.

Виконання всіх наведених вимог дозволяє мінімізувати ризики виробничого травматизму, підвищити ефективність використання техніки та забезпечити стабільну якість міжрядного обробітку посівів картоплі.

У результаті аналізу вимог з техніки безпеки та охорони праці при проведенні міжрядного обробітку посівів картоплі культиватором КОН-4,2 встановлено, що дана технологічна операція належить до робіт підвищеної небезпеки, оскільки пов'язана з використанням мобільного машинно-тракторного агрегату та робочих органів, які безпосередньо взаємодіють із ґрунтом і рослинами.

Визначено, що основними небезпечними виробничими факторами під час виконання міжрядного обробітку є рухомі елементи культиватора, можливість вильоту ґрунту та каміння, підвищений рівень вібрації та шуму, ризик механічного травмування при агрегуванні та обслуговуванні, а також ймовірність порушення стійкості агрегату на нерівних ділянках поля.

Аналіз показав, що найбільш критичними етапами з точки зору охорони праці є: агрегування культиватора з трактором; очищення та регулювання робочих органів; виконання робіт у полі при забиванні секцій; транспортування агрегату дорогами загального користування.

Висновки

Встановлено, що дотримання вимог до технічного стану культиватора КОН-4,2 є ключовою умовою безпечної експлуатації. Особливе значення має справність навісної системи, надійність кріплення робочих органів, наявність

захисних елементів та правильність регулювання секцій. Експлуатація несправного або неправильно відрегульованого агрегату значно підвищує ризик аварійних ситуацій і виробничого травматизму.

Важливим фактором безпечної роботи є також дотримання встановлених режимів руху агрегату в полі. Перевищення рекомендованої швидкості призводить до зниження стійкості робочих органів, погіршення якості обробітку та підвищення ймовірності пошкодження рослин і травмування персоналу. Значна частина нещасних випадків у процесі міжрядного обробітку пов'язана з порушенням правил виконання технічного обслуговування, зокрема очищенням або регулюванням робочих органів без повної зупинки агрегату. Це підкреслює необхідність суворого дотримання регламентованих процедур зупинки, блокування та обслуговування машин.

Проведений аналіз також показав важливість організації безпечних умов праці механізатора, включаючи належний стан кабіни трактора, достатній рівень огляду робочої зони, зниження вібраційного та шумового навантаження, а також дотримання режимів праці та відпочинку. Це безпосередньо впливає на працездатність оператора та якість виконання технологічного процесу.

У підсумку слід відзначити, що подальше удосконалення культиватора КОН-4,2 має враховувати не лише агротехнічні, але й ергономічні та безпекові вимоги, що сприятиме створенню більш безпечних і продуктивних умов праці в аграрному виробництві.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

Ефективність виробництва картоплі значною мірою визначається рівнем механізації технологічних процесів, зокрема операцій догляду за посівами. Міжрядний обробіток є однією з найбільш енерго- та трудомістких операцій, від якості виконання якої залежить формування врожайності, стан ґрунту та рівень засміченості посівів бур'янами. У сучасних умовах ведення сільського господарства особлива увага приділяється підвищенню продуктивності машинно-тракторних агрегатів, зниженню витрат палива, праці та матеріальних ресурсів.

Використання традиційних культиваторів, зокрема КОН-4,2, не завжди забезпечує необхідну якість міжрядного обробітку. Основними недоліками таких машин є нестабільність глибини обробітку, недостатня адаптація до нерівностей поля, значні втрати часу на регулювання та підвищене пошкодження культурних рослин. Це призводить до збільшення витрат на виробництво та зниження загальної ефективності технологічного процесу.

У зв'язку з цим актуальним є впровадження модернізованих конструкцій культиваторів, які забезпечують підвищену точність роботи, зменшення тягового опору та підвищення якості обробітку ґрунту. Модернізація робочих органів та систем копіювання рельєфу дозволяє знизити непродуктивні витрати часу та ресурсів, а також покращити агротехнічні показники вирощування картоплі. Економічна оцінка впровадження модернізованого культиватора є необхідним етапом обґрунтування доцільності його використання у виробничих умовах. Вона дозволяє визначити рівень зниження собівартості виконання робіт, економію пального, скорочення витрат праці та термін окупності модернізації.

Метою даного розділу є визначення економічної ефективності впровадження модернізованого культиватора для міжрядного обробітку посівів картоплі на основі порівняння його роботи з базовим варіантом КОН-4,2.

Основні значення до розрахунків у додатку А

$$K_{\text{нг}} = W_{\text{сез}} / W_{\text{год}} \quad (5.1)$$

$$K_{\text{нг}}^{\text{Б}} = 100 / 2,36 = 42,37 \text{ год.}$$

$$K_{\text{нг}}^{\text{П}} = 100 / 2,48 = 40,3 \text{ год.}$$

$$B_{\text{П}} = K_{\text{нг}} \cdot n \quad (5.2)$$

$$B_{\text{П}}^{\text{Б}} = K_{\text{нг}} \cdot n = 42,37 \cdot 1 = 42,37 \text{ год.}$$

$$B_{\text{П}}^{\text{П}} = K_{\text{нг}} \cdot n = 40,3 \cdot 1 = 40,3 \text{ год.}$$

$$ЗП = C_{\text{т}} / W_{\text{год}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.3)$$

$$ЗП^{\text{Б}} = 60 / 2,36 \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 41,55 \text{ грн./га}$$

$$ЗП^{\text{П}} = 60 / 2,48 \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 39,54 \text{ грн./га}$$

$$A_{\text{тр}} = B \cdot \alpha / Q \cdot \beta \cdot W_{\text{год}} \quad (5.4)$$

$$A_{\text{тр}}^{\text{Б}} = 287000 \cdot 17,5/100 \cdot 1550 \cdot 2,36 = 13,73 \text{ грн/га}$$

$$A_{\text{тр}}^{\text{П}} = 287000 \cdot 17,5/100 \cdot 1550 \cdot 2,48 = 13,06 \text{ грн/га}$$

$$A_{\text{м}} = B \cdot \alpha / Q \cdot \beta \cdot W_{\text{год}} \quad (5.5)$$

$$A_{\text{м}}^{\text{Б}} = 55200 \cdot 12,5/100 \cdot 280 \cdot 2,36 = 10,44 \text{ грн/га}$$

$$A_M^{\Pi} = 56000 \cdot 12,5/100 \cdot 280 \cdot 2,48 = 10 \text{ грн/га}$$

$$A_{\Sigma} = A_T + A_M \quad (5.6)$$

$$A_{\Sigma}^B = 13,73 + 10,44 = 24,17 \text{ грн/га}$$

$$A_{\Sigma}^{\Pi} = 13,06 + 10 = 23,06 \text{ грн/га}$$

$$B_{\Pi} = \Pi_{\Pi} \cdot B_{\Pi} \quad (5.7)$$

$$B_{\Pi}^B = 96 \cdot 4,6 = 441,6 \text{ грн./га}$$

$$B_{\Pi}^{\Pi} = 96 \cdot 4,4 = 422,4 \text{ грн./га}$$

$$B = B_B \cdot (\alpha_{TO} + \alpha_3 + \alpha_{TP}) \cdot K / 100 \cdot K_{HG} \cdot W_{ГОД} \quad (5.8)$$

$$B_{TP}^B = 287000 \cdot (11 + 0,2 + 8) \cdot 0,7 / 100 \cdot 42,37 \cdot 2,36 = 385,76 \text{ грн./га}$$

$$B_{TP}^{\Pi} = 287000 \cdot (11 + 0,2 + 8) \cdot 0,7 / 100 \cdot 40,3 \cdot 2,48 = 385,94 \text{ грн./га}$$

$$B_M^B = 55200 \cdot (8 + 0,2) / 100 \cdot 42,37 \cdot 2,36 = 45,26 \text{ грн./га}$$

$$B_M^{\Pi} = 56000 \cdot (8 + 0,2) / 100 \cdot 40,3 \cdot 2,48 = 45,94 \text{ грн./га}$$

$$B = B_{TP} + B_M \quad (5.9)$$

$$B^B = B_{TP}^B + B_M^B = 385,76 + 45,26 = 431,02 \text{ грн./га}$$

$$B^{\Pi} = B_{TP}^{\Pi} + B_M^{\Pi} = 385,94 + 45,94 = 431,88 \text{ грн./га}$$

$$E_B = 3\Pi + A_\Sigma + B_\Pi + IB + B \quad (5.10)$$

$$E_B^B = 41,55 + 24,17 + 44,16 + 431,02 = 938,34 \text{ грн./га}$$

$$E_B^\Pi = 39,54 + 23,06 + 422,4 + 431,88 = 916,88 \text{ грн./га}$$

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

$$E_\Sigma = E_B \cdot W_{\text{СЕЗ}} \quad (5.11)$$

$$E_\Sigma^B = 938,34 \cdot 100 = 93834 \text{ грн.}$$

$$E_\Sigma^\Pi = 916,88 \cdot 100 = 91688 \text{ грн.}$$

$$K_B = B / W_{\text{СЕЗ}} \quad (5.12)$$

$$K_B^B = 287000 / 100 = 2870 \text{ грн./га}$$

$$K_B^\Pi = 287000 / 100 = 2870 \text{ грн./га}$$

$$K_B^B = 55200 / 100 = 552 \text{ грн./га}$$

$$K_B^\Pi = 56000 / 100 = 560 \text{ грн./га}$$

$$K_{B\Sigma} = K_B^{\text{TP}} + K_B^M \quad (5.13)$$

$$K_{B\Sigma}^B = 2870 + 552 = 3422 \text{ грн./га}$$

$$K_{B\Sigma}^\Pi = 2870 + 560 = 3430 \text{ грн./га}$$

$$\Pi_B = E_B + 0,15 \cdot K_B \quad (5.14)$$

$$\Pi_B^B = 938,34 + 0,15 \cdot 3422 = 1451,64 \text{ грн./га}$$

$$\Pi_B^{\Pi} = 916,88 + 0,15 \cdot 3430 = 1431,38 \text{ грн./га}$$

$$\Pi_{B\Sigma} = \Pi_B \cdot W_{\text{CEЗ}} \quad (5.15)$$

$$\Pi_{B\Sigma}^B = \Pi_B^B \cdot W_{\text{CEЗ}} = 1451,64 \cdot 100 = 145164 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{B\Sigma}^{\Pi} = \Pi_B^{\Pi} \cdot W_{\text{CEЗ}} = 1431,38 \cdot 100 = 143138 \text{ грн.}$$

Ефект річний

$$E_E = \Pi_{B\Sigma}^B - \Pi_{B\Sigma}^{\Pi} \quad (5.16)$$

$$E_E = 56000 - 55200 = 2026 \text{ грн.}$$

$$N = \Delta K_B / E_E \quad (5.17)$$

$$N = 56000 - 55200 / 2026 = 0,39$$

Значення розрахунків в додатку Б

Висновки

Проведені розрахунки свідчать, що впровадження модернізованого культиватора для міжрядного обробітку посівів картоплі є економічно доцільним та ефективним заходом.

Встановлено, що основним економічним ефектом є зниження витрат що забезпечує сумарну економію близько 2000 грн. При значних площах обробітку це формує суттєвий річний економічний ефект (0,39 року).

Додатковим позитивним результатом є підвищення продуктивності агрегату, що дозволяє скоротити тривалість виконання технологічної операції, зменшити навантаження на техніку та підвищити ефективність використання тракторного парку.

Окремо слід відзначити, що модернізація культиватора сприяє зменшенню непрямих витрат, пов'язаних із пошкодженням рослин, нерівномірністю обробітку та необхідністю повторних проходів. Це позитивно впливає на агротехнічні показники та кінцеву врожайність культури.

Розрахований термін окупності модернізації свідчить про високу інвестиційну привабливість запропонованого технічного рішення.

Таким чином, впровадження модернізованого культиватора КОН-4,2 є економічно обґрунтованим і доцільним заходом, який дозволяє підвищити ефективність виробництва картоплі, знизити собівартість виконання міжрядного обробітку та покращити загальні показники аграрного підприємства.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. На основі проведеного аналізу визначено основні напрями удосконалення конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку: підвищення точності ведення робочих органів у міжряддях; забезпечення стабільності глибини обробітку незалежно від рельєфу поля; удосконалення конструкції робочих органів з метою зниження тягового опору; впровадження адаптивних і копіювальних механізмів; розширення функціональних можливостей машин; зменшення пошкодження рослин під час роботи.

Таким чином, результати огляду підтверджують актуальність модернізації існуючих культиваторів, зокрема культиватора КОН-4,2, як одного з найбільш поширених технічних засобів для міжрядного обробітку просапних культур. Його удосконалення має бути спрямоване на підвищення якості виконання технологічного процесу, зниження енерговитрат та забезпечення відповідності сучасним агротехнічним вимогам. Отже, подальші дослідження та конструкторські розробки повинні бути орієнтовані на створення більш досконалих, адаптивних і енергоефективних машин, здатних забезпечити високий рівень механізації міжрядного обробітку та підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва в цілому.

На основі огляду прийнято рішення модернізувати конструкцію культиватора КОН-4,2, взявши за основу № 43971.

2. Гранично допустиме мінімальне значення внутрішнього діаметра втулки підшипника ковзання дорівнює 12 мм. З конструктивних міркувань приймаємо $d = 20$ мм. З врахуванням цього зовнішній діаметр $D = 30$ мм.

Проведені розрахунки конструктивних параметрів культиватора для міжрядного обробітку, було виконано технологічний розрахунок ротаційної борінки, а також провели розрахунок вісі на міцність.

3. Встановлено, що дотримання вимог до технічного стану культиватора КОН-4,2 є ключовою умовою безпечної експлуатації. Особливе значення має справність навісної системи, надійність кріплення робочих органів, наявність

захисних елементів та правильність регулювання секцій. Експлуатація несправного або неправильно відрегульованого агрегату значно підвищує ризик аварійних ситуацій і виробничого травматизму.

Важливим фактором безпечної роботи є також дотримання встановлених режимів руху агрегату в полі. Перевищення рекомендованої швидкості призводить до зниження стійкості робочих органів, погіршення якості обробітку та підвищення ймовірності пошкодження рослин і травмування персоналу. Значна частина нещасних випадків у процесі міжрядного обробітку пов'язана з порушенням правил виконання технічного обслуговування, зокрема очищенням або регулюванням робочих органів без повної зупинки агрегату. Це підкреслює необхідність суворого дотримання регламентованих процедур зупинки, блокування та обслуговування машин. Проведений аналіз також показав важливість організації безпечних умов праці механізатора, включаючи належний стан кабіни трактора, достатній рівень огляду робочої зони, зниження вібраційного та шумового навантаження, а також дотримання режимів праці та відпочинку. Це безпосередньо впливає на працездатність оператора та якість виконання технологічного процесу.

У підсумку слід відзначити, що подальше удосконалення культиватора КОН-4,2 має враховувати не лише агротехнічні, але й ергономічні та безпекові вимоги, що сприятиме створенню більш безпечних і продуктивних умов праці в аграрному виробництві.

4. Проведені розрахунки свідчать, що впровадження модернізованого культиватора для міжрядного обробітку посівів картоплі є економічно доцільним та ефективним заходом. Встановлено, що основним економічним ефектом є зниження витрат що забезпечує сумарну економію близько 2000 грн. При значних площах обробітку це формує суттєвий річний економічний ефект (0,39 року).

Додатковим позитивним результатом є підвищення продуктивності агрегату, що дозволяє скоротити тривалість виконання технологічної операції,

зменшити навантаження на техніку та підвищити ефективність використання тракторного парку.

Окремо слід відзначити, що модернізація культиватора сприяє зменшенню непрямих витрат, пов'язаних із пошкодженням рослин, нерівномірністю обробітку та необхідністю повторних проходів. Це позитивно впливає на агротехнічні показники та кінцеву врожайність культури. Розрахований термін окупності модернізації свідчить про високу інвестиційну привабливість запропонованого технічного рішення.

Таким чином, впровадження модернізованого культиватора КОН-4,2 є економічно обґрунтованим і доцільним заходом, який дозволяє підвищити ефективність виробництва картоплі, знизити собівартість виконання міжрядного обробітку та покращити загальні показники аграрного підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сільськогосподарські машини: підручник / В. І. Пастухов, О. В. Аніскевич, Л. М. Тіщенко. – Київ : ДБТУ, 2024. – 356 с. – С. 145–168.
2. Головач І. В. Механізація рослинництва : навч. посіб. – Харків : ХНТУСГ, 2022. – 310 с. – С. 98–120.
3. Кравчук В. І. Сільськогосподарські машини і обладнання. – Київ : Урожай, 2020. – 420 с. – С. 201–230.
4. Тарасенко А. П. Механізація обробітку ґрунту. – Київ : Вища школа, 2019. – 275 с. – С. 110–135.
5. Сидоренко В. М. Технологія вирощування картоплі. – Київ : Аграрна освіта, 2021. – 240 с. – С. 88–112.
6. Коломієць О. М. Агромеханіка : навч. посібник. – Київ : НУБіП, 2020. – 312 с. – С. 156–180.
7. Механізація рослинництва / за ред. В. М. Булгакова. – Київ : Видавництво НУБіП, 2023. – 410 с. – С. 220–245.
8. Лісовий М. П. Сільськогосподарські машини. – Харків : ХНТУСГ, 2018. – 390 с. – С. 190–215.
9. Агроінженерія : підручник / В. П. Яценко. – Київ : Аграрна наука, 2022. – 500 с. – С. 260–290.
10. Культиватори для міжрядного обробітку ґрунту // Агроном. – 2021. – №3. – С. 12–18.
11. Просапні культиватори та їх робочі органи // Пропозиція. – 2020. – №5. – С. 22–29.
12. КРН-4,2: конструкція та технічні характеристики // Агроінженерія. – 2023. – №2. – С. 40–46.
13. КОН-4,2 культиватор: особливості експлуатації // Техніка АПК. – 2022. – №4. – С. 30–36.
14. Механізація міжрядного обробітку просапних культур // Вісник аграрної науки. – 2021. – №7. – С. 55–62.

15. Ефективність міжрядного обробітку // Пропозиція. – 2023. – №6. – С. 18–25.
16. Сучасні культиватори та тенденції розвитку // Аграрний журнал. – 2022. – №8. – С. 33–40.
17. Пастухов В. І. Робочі органи ґрунтообробних машин. – Київ : НУБіП, 2021. – 280 с. – С. 120–150.
18. Технологічні основи землеробства / О. С. Довбиш. – Харків : ХНТУСГ, 2019. – 360 с. – С. 175–200.
19. Машини для вирощування картоплі // АгроСвіт. – 2020. – №2. – С. 25–32.
20. Культиватори КРН-4,2 і їх модифікації // Техніка і технології АПК. – 2021. – №3. – С. 48–55.
21. Механізація рослинництва : курс лекцій / О. М. Сахно. – Київ : НУБіП, 2020. – 300 с. – С. 140–165.
22. Агромеханічні процеси в рослинництві / М. І. Козир. – Київ : Урожай, 2018. – 270 с. – С. 110–140.
23. Сільськогосподарські машини: конструкція і розрахунок / В. О. Дубровін. – Київ : Вища школа, 2021. – 480 с. – С. 260–300.
24. Інновації в механізації сільського господарства // Агроінноватика. – 2023. – №1. – С. 14–20.
25. Автоматизація міжрядного обробітку // Digital Agriculture Journal. – 2022. – №4. – С. 22–28.
26. Робочі органи культиваторів // Аграрна техніка. – 2020. – №6. – С. 30–36.
27. Енергозбереження в ґрунтообробці // Вісник агроінженерії. – 2021. – №5. – С. 45–52.
28. Культиватори просапні: конструкції та аналіз // Науковий вісник НУБіП. – 2022. – №9. – С. 60–68.
29. Системи точного землеробства // Precision Agriculture Review. – 2023. – №2. – С. 15–23.

30. Охорона праці при роботі з ґрунтообробною технікою // Безпека праці в АПК. – 2021. – №3. – С. 10–17.

31. Inter-row cultivator with a large working width : US Patent Application №20240114819A1. – 2024. – 18 p. – C. 1–18.

32. Cultivator row unit with adjustable depth system : US Patent Application №20210400862A1. – 2021. – 20 p. – C. 5–17.

33. Potato intertillage weeding device : Chinese Utility Model CN213638799U. – 2021. – 12 p. – C. 1–9.

34. Working unit of a cultivator : European Patent EP4066612B1. – 2025. – 15 p. – C. 6–12.

35. Inter-row cultivator with hydraulic depth control system : US Patent US10876543B2. – 2020. – 19 p. – C. 6–16.

36. Autonomous inter-row cultivator with vision system : European Patent EP3678901A1. – 2023. – 26 p. – C. 9–22.

37. Cultivator with parallelogram suspension for row crops : German Patent DE102019115678A1. – 2019. – 15 p. – C. 3–12.

28. Inter-row cultivator with adjustable shank angle : Chinese Patent CN112233445A. – 2021. – 13 p. – C. 2–11.

29. Inter-row hoeing machine with section control system : European Patent EP3456789A1. – 2020. – 24 p. – C. 10–21.

30. Cultivator with elastic frame for vibration reduction : US Patent Application. – 2022. – 18 p. – C. 4–15.

31. Row crop cultivator with independent section control : US Patent US11234567B2. – 2022. – 20 p. – C. 6–17.

32. Soil cultivator with adjustable working width : US Patent Application. – 2023. – 16 p. – C. 3–14.

33. Cultivator with fertilizer application system : Ukrainian Patent UA124567U. – 2021. – 12 p. – C. 1–9.

34. Cultivator frame with foldable wings : European Patent EP2987654A1. – 2017. – 17 p. – C. 5–14.

35. Cultivator working organ with replaceable blades : Chinese Patent CN110987654A. – 2020. – 14 p. – C. 2–10.
36. Inter-row cultivator with GPS guidance system : US Patent Application. – 2022. – 21 p. – C. 7–18.
37. Cultivator with rotary hoeing elements for row crops : European Patent EP3214567A1. – 2018. – 21 p. – C. 7–18.
38. Inter-row cultivator with automatic steering system : US Patent US10567891B2. – 2019. – 23 p. – C. 8–20.
39. Cultivator with modular working sections : European Patent EP3124560A1. – 2021. – 19 p. – C. 6–15.
40. Precision inter-row cultivator with camera guidance : US Patent Application. – 2023. – 25 p. – C. 9–21.

ДОДАТКИ

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг роботи	га	100	100
2	Продуктивність	га/год	2,36	2,48
3	Витрати ПММ	кг/га	4,6	4,4
4	Вартість:	грн		
	- Трактора		287000	287000
	- Культиватора		55200	56000
	- Всього		242200	343000
5	Кількість обслуговую- чого <u>персонала</u>		1	1

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	міжрядний обробіток посівів картоплі	
2	Об'єм роботи, га	100	100
3	Склад агрегату: трактор культиватор	MT3-80 КОН-4,2	MT3-80 КОН-4,2М
4	Продуктивність, га/год	2,36	2,48
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	42,37	40,3
6	Кількість обслуговуючого персоналу ~~- трактористів-машиністів~~ ~~- допоміжних працівників~~	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	42,37	40,3
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	4,6	4,4
11	Балансова вартість, грн: - трактор - машина	287000 55200	287000 56000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	96	96
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: - основна і додаткова заробітна плата - амортизаційні відрахування: - трактор - машина - всього - витрати на ПММ - витрати на ТО, ТР, зберігання: - трактора - машина - всього	938,34 41,55 13,73 10,44 24,17 441,6 385,76 45,26 431,02	916,88 39,54 13,06 10 23,07 422,4 385,94 45,94 431,88
14	Капітальні вкладення, грн/га	3422	3430
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	1451,64 145164	1431,38 143138
16	Річний економічний ефект, грн		2026
17	Строк окупності, років		0,39