

**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 поверхневого
обробітку ґрунту з розробкою конструкції котка-
розрихлювача**

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

_____Горбаньов Вадим Олександрович

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**

Горбаньов Вадим Олександрович _____.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції котка-розрихлювача

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

Горбаньов Вадим Олегович Удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції котка-розрихлювача / 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 63 сторінках машинописного тексту, містить 49 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА	10
Висновки.....	13
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ.....	14
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні.....	14
2.2 Конструкцій існуючих огляд	19
2.3 Загальні положення патентного аналізу.....	29
Висновки.....	32
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ	34
3.1 Конструкції розробленої опис	34
3.2 Обґрунтування основних кінематичних характеристик голчастого робочого органу котка-розпушувача.....	36
3.3 Котка з'єднання розрахунок.....	39
3.4 На міцність розрахунок	40
3.5 Показники експлуатаційні.....	42
Висновки.....	46
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	47
Висновки.....	50
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ.....	51
Висновки.....	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	57
ЛІТЕРАТУРА.....	60
ДОДАТКИ.....	64

ВСТУП

Сучасний розвиток сільського господарства нерозривно пов'язаний із підвищенням ефективності використання земельних ресурсів, збереженням родючості ґрунтів та впровадженням енергоощадних технологій обробітку. В умовах інтенсифікації аграрного виробництва особливої актуальності набуває вдосконалення процесів поверхневого обробітку ґрунту, які забезпечують створення оптимальних агрофізичних властивостей посівного шару, сприяють накопиченню і збереженню вологи, а також ефективному знищенню бур'янів.

Поверхневий обробіток ґрунту є однією з ключових технологічних операцій у системі передпосівної підготовки та догляду за посівами. Його основною метою є розпушення верхнього шару ґрунту без перевертання пласта, вирівнювання поверхні поля, руйнування ґрунтової кірки та ущільнених прошарків, що утворюються під впливом атмосферних опадів та технічних засобів. Від якості виконання цієї операції значною мірою залежить рівномірність сходів сільськогосподарських культур, інтенсивність розвитку їх кореневої системи та загальний рівень урожайності.

Важливою проблемою сучасного землеробства є деградація ґрунтів, що проявляється у їх ущільненні, зниженні водопроникності, погіршенні структури та зменшенні вмісту органічної речовини. Часто це є наслідком використання важкої техніки, недотримання оптимальних строків виконання польових робіт та недостатньої ефективності існуючих машин для обробітку ґрунту. У таких умовах виникає необхідність у створенні нових або модернізації існуючих технічних засобів, здатних забезпечити якісне розпушення ґрунту з мінімальним енергоспоживанням і негативним впливом на його структуру.

Одним із перспективних напрямів удосконалення технологій поверхневого обробітку ґрунту є застосування котків-розрихлювачів. Ці робочі органи поєднують функції подрібнення грудок, вирівнювання поверхні поля та часткового розпушення верхнього шару ґрунту. Завдяки своїй

конструкції вони дозволяють ефективно впливати на агрофізичний стан ґрунту, забезпечуючи формування дрібногрудкуватої структури, що є оптимальною для проростання насіння та розвитку рослин.

Однак існуючі конструкції котків не завжди повною мірою відповідають сучасним агротехнічним вимогам. Серед основних недоліків слід відзначити недостатню інтенсивність розпушення ущільнених шарів, нерівномірність обробітку, значні енерговитрати та низьку ефективність роботи в умовах підвищеної вологості ґрунту. Крім того, деякі конструкції не забезпечують належного самоочищення робочих органів, що призводить до зниження продуктивності агрегатів.

У зв'язку з цим актуальним є завдання розробки удосконаленого котка-розрихлювача, який би забезпечував більш ефективне розпушення ґрунту, покращення його структури та зниження енергетичних витрат. Особлива увага при цьому приділяється вибору раціональних конструктивних параметрів робочих органів, їх взаємному розміщенню, а також обґрунтуванню технологічних режимів роботи агрегату.

Механізація поверхневого обробітку ґрунту з використанням сучасних технічних засобів дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити витрати часу та ресурсів, а також забезпечити стабільну якість виконання технологічних операцій. Впровадження нових конструкцій машин сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва в цілому та забезпечує конкурентоспроможність сільськогосподарських підприємств.

Розробка котка-розрихлювача повинна базуватися на глибокому аналізі існуючих технічних рішень, сучасних наукових досліджень у галузі обробітку ґрунту, а також на врахуванні агротехнічних вимог до якості виконання робіт. Важливим етапом є проведення теоретичних та експериментальних досліджень, спрямованих на визначення оптимальних параметрів конструкції та режимів її роботи.

Таким чином, тема механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою котка-розрихлювача є актуальною та має важливе науково-

практичне значення. Її реалізація дозволить підвищити ефективність використання сільськогосподарської техніки, покращити агрофізичні властивості ґрунту та створити передумови для отримання високих і стабільних урожаїв.

У даному розділі розглядаються питання теоретичного обґрунтування процесу поверхневого обробітку ґрунту, аналіз існуючих конструкцій котків-розрихлювачів, розробка удосконаленої конструкції робочого органа, а також визначення основних конструктивних і технологічних параметрів запропонованого технічного рішення.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Загальна характеристика господарства та природно-економічні умови

Фермерське господарство здійснює виробничу діяльність у галузі рослинництва та спеціалізується на вирощуванні зернових культур. Загальна площа орних земель становить 270 га, що дозволяє віднести підприємство до малих або середніх агровиробників із достатнім потенціалом для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва.

Господарство розташоване у зоні Степу України, яка характеризується сприятливими умовами для вирощування зернових культур. Середньорічна температура повітря становить $+8...+10^{\circ}\text{C}$, а сума активних температур перевищує 2800°C . Річна кількість опадів становить 400–450 мм, що є достатнім для вирощування озимих культур, але може бути обмежуючим фактором для ярих зернових у посушливі роки. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними з вмістом гумусу 3–5%, що забезпечує високий природний рівень родючості.

Раціональна структура посівів є важливою умовою стабільності виробництва.

Фактична структура посівів

Культура	Площа, га	Частка, %
Пшениця озима	120	44
Ячмінь ярий	60	22
Кукурудза на зерно	60	22
Інші зернові	30	12
Разом	270	100

Структура є відносно збалансованою та відповідає вимогам сівозміни.

Оцінка структури посівів

Переваги:

- дотримання сівозміни;
- зниження ризиків;

- стабільність урожаю.

Недоліки:

- недостатня диверсифікація культур;
- відсутність бобових як попередників.

Система обробітку ґрунту

Застосовується традиційна система:

- оранка (20–25 см);
- культивація;
- боронування.

Перспективи - мінімальний обробіток.

Система удобрення

- азотні - N60–90;
- фосфорні - P40–60;
- калійні - K30–40.

Захист рослин

- гербіциди;
- фунгіциди;
- інсектициди.

Урожайність

Культура	Урожайність, т/га
Пшениця	5,0
Ячмінь	4,5
Кукурудза	6,5

Матеріально-технічна база

Господарство оснащене:

- тракторами;
- зерновими сівалками;
- культиваторами;
- обприскувачами;
- зернозбиральними комбайнами.

Рівень механізації високий.

Трудові ресурси. 6–10 постійних працівників; сезонні працівники.

SWOT-аналіз

Сильні сторони:

- стабільність виробництва;
- відносно низькі витрати;
- високий рівень механізації.

Слабкі сторони:

- залежність від погоди;
- середній рівень прибутковості.

Можливості:

- впровадження точного землеробства;
- розширення культур.

Загрози:

- кліматичні ризики;
- коливання цін.

Аналіз ризиків

- посухи;
- нестабільність ринку;
- зростання витрат.

Напрями підвищення ефективності

- впровадження бобових культур;
- мінімальний обробіток ґрунту;
- точне землеробство;
- оптимізація витрат.

Розширені висновки

Фермерське господарство площею 270 га демонструє стабільні результати діяльності у сфері вирощування зернових культур. Раціональна

структура посівів та достатній рівень технічного забезпечення дозволяють забезпечувати ефективне використання ресурсів.

Висновки

Рівень рентабельності на рівні 70% свідчить про економічну доцільність обраної спеціалізації. Водночас існує потенціал для підвищення ефективності за рахунок впровадження інноваційних технологій, удосконалення структури посівів та підвищення рівня агротехніки.

Подальший розвиток господарства повинен бути спрямований на зниження виробничих ризиків, підвищення продуктивності та зміцнення конкурентних позицій на аграрному ринку.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

1. Загальні положення

Поверхневий обробіток ґрунту є важливою складовою системи основного та передпосівного обробітку, який забезпечує формування сприятливих умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи рослин та підвищення продуктивності агроценозів. Виконання цієї технологічної операції передбачає зміну агрофізичних властивостей верхнього шару ґрунту без істотного порушення його природної структури.

Застосування котків-розрихлювачів у системі поверхневого обробітку дозволяє поєднати кілька технологічних операцій в одному проході агрегату: подрібнення ґрунтових грудок, часткове розпушення, ущільнення (за потреби), вирівнювання поверхні поля та руйнування ґрунтової кірки. Це забезпечує підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів та зменшення витрат енергії.

Агротехнічні вимоги до даного процесу визначаються біологічними особливостями культур, ґрунтово-кліматичними умовами та технологічними параметрами машин.

2. Вимоги до глибини обробітку

Однією з основних вимог є забезпечення оптимальної глибини поверхневого обробітку, яка, як правило, знаходиться в межах 3–8 см залежно від культури та стану ґрунту.

Основні вимоги:

- відхилення фактичної глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати ± 1 см;
- забезпечення рівномірності обробітку по всій ширині захвату агрегату;
- недопущення оголення вологих нижніх шарів ґрунту.

Котки-розрихлювачі повинні забезпечувати стабільне заглиблення робочих органів без перевантаження агрегату та без утворення надмірного ущільнення.

3. Вимоги до якості розпушення ґрунту

Якість розпушення є ключовим показником ефективності поверхневого обробітку. Вона характеризується ступенем подрібнення ґрунтових агрегатів та створенням дрібногрудкуватої структури.

Основні вимоги:

- вміст агрегатів розміром 1–10 мм повинен становити не менше 70–80%;
- кількість грудок розміром понад 25 мм не повинна перевищувати 10–15%;
- відсутність пилюватої фракції, яка сприяє утворенню кірки.

Котки-розрихлювачі повинні забезпечувати інтенсивне подрібнення грудок без надмірного розпилення ґрунту.

4. Вимоги до вирівнювання поверхні поля

Вирівнювання поверхні поля є важливим фактором забезпечення рівномірності висіву насіння та подальшого розвитку рослин.

Основні вимоги:

- висота нерівностей після обробітку не повинна перевищувати 2–3 см;
- забезпечення однорідного мікрорельєфу;
- відсутність гребенів і борозен.

Котки-розрихлювачі повинні мати конструкцію, яка сприяє рівномірному розподілу ґрунту по поверхні поля.

5. Вимоги до руйнування ґрунтової кірки

Ґрунтова кірка негативно впливає на водно-повітряний режим та перешкоджає появі сходів. Тому одним із важливих завдань є її ефективне руйнування.

Основні вимоги:

- повне або часткове руйнування кірки товщиною до 2–3 см;
- недопущення пошкодження проростків культурних рослин;
- збереження вологи у верхньому шарі ґрунту.

Котки-розрихлювачі повинні забезпечувати делікатний вплив на поверхню ґрунту.

6. Вимоги до збереження вологи

Збереження ґрунтової вологи є одним із ключових завдань поверхневого обробітку.

Основні вимоги:

- мінімізація випаровування вологи;
- створення мульчуючого шару;
- недопущення надмірного розпушення, що сприяє втратам вологи.

Котки-розрихлювачі повинні формувати верхній шар ґрунту, який перешкоджає випаровуванню.

7. Вимоги до знищення бур'янів

Поверхневий обробіток сприяє знищенню проростків бур'янів, що є важливим елементом інтегрованої системи захисту рослин.

Основні вимоги:

- ефективність знищення бур'янів – не менше 85–90%;
- підрізання кореневої системи бур'янів;
- недопущення повторного укорінення рослин.

Котки-розрихлювачі повинні доповнювати дію інших робочих органів.

8. Вимоги до ущільнення ґрунту

У деяких випадках поверхневий обробіток повинен супроводжуватися помірним ущільненням для забезпечення контакту насіння з ґрунтом.

Основні вимоги:

- щільність ґрунту повинна відповідати оптимальним значенням (1,1–1,3 г/см³);
- недопущення переущільнення;
- рівномірність ущільнення.

Котки-розрихлювачі повинні забезпечувати регульований ступінь ущільнення.

9. Вимоги до енергетичної ефективності

Сучасні умови вимагають зниження енергетичних витрат на виконання технологічних операцій.

Основні вимоги:

- мінімальний тяговий опір;
- раціональне використання потужності трактора;
- зниження витрат палива.

Конструкція котків-розрихлювачів повинна бути оптимізована з точки зору енергоспоживання.

10. Вимоги до надійності та технологічності

Надійність і довговічність машин є важливими показниками їх ефективності.

Основні вимоги:

- висока зносостійкість робочих органів;
- здатність працювати в різних ґрунтово-кліматичних умовах;
- простота обслуговування та ремонту;
- ефективне самоочищення від налипання ґрунту.

11. Вимоги до екологічної безпеки

Поверхневий обробіток повинен здійснюватися з урахуванням екологічних аспектів.

Основні вимоги:

- мінімальне порушення структури ґрунту;
- зниження ризику ерозії;
- збереження біологічної активності ґрунту.

Використання удосконалених конструкцій котків-розрихлювачів дозволяє підвищити якість обробітку, зменшити енергетичні витрати та забезпечити екологічно безпечне ведення землеробства.

У результаті проведеного аналізу агротехнічних вимог до поверхневого обробітку ґрунту із застосуванням котків-розрихлювачів встановлено, що якість виконання цієї технологічної операції визначається сукупністю взаємопов'язаних факторів, серед яких основними є глибина обробітку,

ступінь розпушення ґрунту, вирівнювання поверхні поля, збереження вологи, ефективність знищення бур'янів та енергетичні показники роботи агрегату.

Доведено, що дотримання оптимальної глибини обробітку (3–8 см) забезпечує формування сприятливого посівного шару без порушення капілярної структури ґрунту та без винесення на поверхню вологих нижніх горизонтів. Встановлено, що рівномірність обробітку по ширині захвату агрегату є критично важливою умовою для отримання дружніх і рівномірних сходів сільськогосподарських культур.

Аналіз вимог до якості розпушення показав, що найбільш ефективною є дрібногрудкувата структура ґрунту з переважанням агрегатів розміром 1–10 мм, яка створює оптимальні умови для аерації, накопичення та утримання вологи, а також розвитку кореневої системи рослин. При цьому встановлено, що надмірне подрібнення ґрунту є небажаним, оскільки сприяє утворенню пилюватої фракції та подальшому формуванню ґрунтової кірки.

Визначено, що ефективно вирівнювання поверхні поля є необхідною умовою для якісного виконання наступних технологічних операцій, зокрема сівби, міжрядного обробітку та збирання врожаю. Забезпечення рівномірного мікрорельєфу сприяє однаковій глибині загортання насіння та рівномірному розподілу вологи.

Особливу увагу приділено процесу руйнування ґрунтової кірки, яка суттєво погіршує водно-повітряний режим ґрунту та перешкоджає появі сходів. Встановлено, що застосування котків-розрихлювачів дозволяє ефективно руйнувати кірку без пошкодження проростків, що є важливою перевагою порівняно з іншими робочими органами.

Одним із ключових завдань поверхневого обробітку є збереження ґрунтової вологи. Формування мульчуючого шару за допомогою котків-розрихлювачів значно зменшує інтенсивність випаровування та сприяє підвищенню ефективності використання природних опадів, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження.

Поверхневий обробіток із застосуванням котків-розрихлювачів забезпечує високу ефективність боротьби з бур'янами за рахунок руйнування їх кореневої системи та порушення умов для подальшого росту. При цьому поєднання декількох технологічних операцій в одному проході дозволяє зменшити кількість обробітків і, відповідно, знизити ущільнення ґрунту.

Котки-розрихлювачі повинні забезпечувати оптимальний баланс між розпушенням і ущільненням. Надмірне ущільнення призводить до погіршення аерації та водопроникності, тоді як недостатнє до втрати вологи та порушення контакту насіння з ґрунтом.

З'ясовано, що важливим напрямом удосконалення технічних засобів є зниження енергетичних витрат на виконання поверхневого обробітку. Рациональна конструкція котків-розрихлювачів дозволяє зменшити тяговий опір агрегату, підвищити продуктивність праці та знизити витрати палива, що має суттєве економічне значення.

Окремо встановлено, що конструктивні особливості котків-розрихлювачів повинні забезпечувати високу надійність, довговічність і здатність до самоочищення, особливо при роботі у вологих ґрунтових умовах. Це дозволяє підвищити стабільність технологічного процесу та зменшити простої техніки.

З урахуванням екологічних аспектів доведено, що використання котків-розрихлювачів сприяє збереженню структури ґрунту, зниженню ризику водної та вітрової ерозії, а також підтриманню біологічної активності ґрунтового середовища. Це відповідає сучасним вимогам сталого землеробства.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

1. Загальні положення та значення котків-розрихлювачів

Котки-розрихлювачі належать до групи ґрунтообробних машин, призначених для поверхневого впливу на ґрунт з метою його ущільнення, розпушення, подрібнення грудок та вирівнювання поверхні поля. У сучасному

землеробстві їх функції значно розширилися — вони також забезпечують мульчування, часткове перемішування рослинних решток і формування оптимального насіннєвого ложа

Актуальність застосування котків-розрихлювачів зумовлена необхідністю:

- збереження ґрунтової вологи;
- покращення структури верхнього шару ґрунту;
- зменшення кількості проходів агрегатів;
- підвищення ефективності передпосівної підготовки.

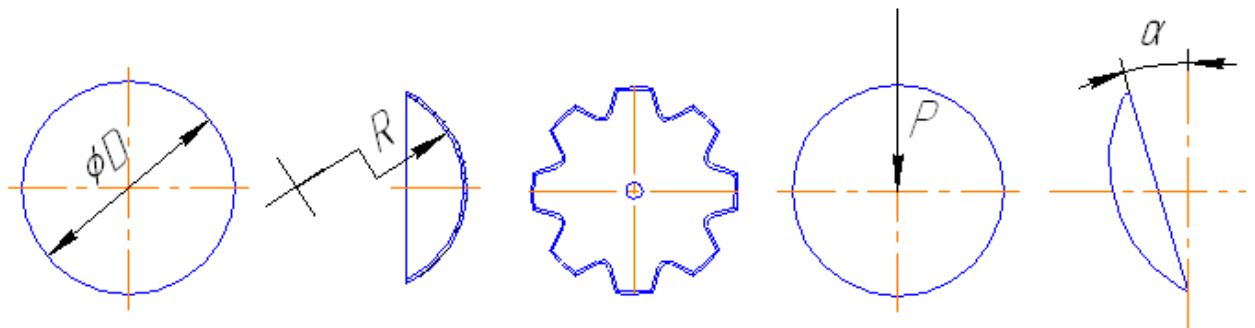


Рисунок 2.1 - Дисків параметри

До машин і знарядь для поверхневого обробітку ґрунту відносяться борони, луцильники, культиватори, фрези, котки. Вони забезпечують розпушування поверхневого шару ґрунту, вирівнюють поверхню поля і створюють при необхідності відповідний рельєф, руйнують ґрунтову кірку і грудки ґрунту, знищують бур'яни, і загортають добрива. Розглянемо робочі органи деяких цих машин.

Зубові борони. Вони поділяються за класифікацією перш за все по питомому тиску на ґрунт, і бувають посівні, легкі, середні та важкі. Борона зубова важка швидкісна ЗБЗТС-1 застосовується для подрібнення брил, розпушування ґрунту після оранки, обробітку луків і пасовищ із глибиною обробітку до 10см.

Борона середня ЗБЗСС-1,0 застосовується для вирівнювання поля,

боронування сходів зернових і технічних культур, закриття вологи з глибиною обробітку до 8см.

Борона легка посівна ЗБП – 0,6 застосовується для руйнування кірки, боронування посівів. Зубові борони складаються з повздовжніх зигзагоподібних і поперечних планок, на перетині яких закріплені робочі органи – чотиригранні зуби. В той же час робочі органи зубових борін можуть в поперечному перетині бути тригранної, ромбоподібні, круглої і еліпсоподібної форми й інші, пружні, із стрілкою лапкою.

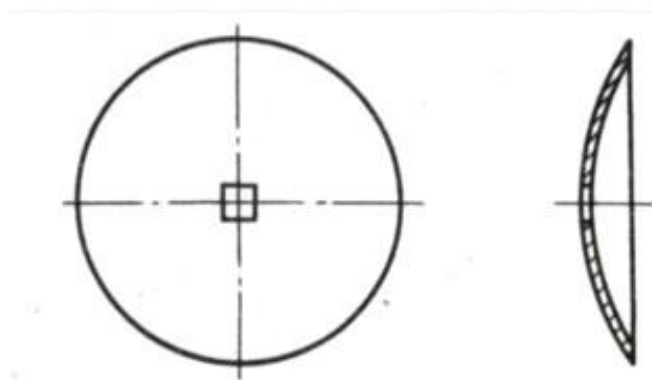


Рисунок 2.2 - Диск сферичний

Такі ж робочі органи встановлюються на дискових боронах, деяких комбінованих ґрунтообробних агрегатах. В той же час з'явилися цілий ряд дискових робочих органів іншого призначення

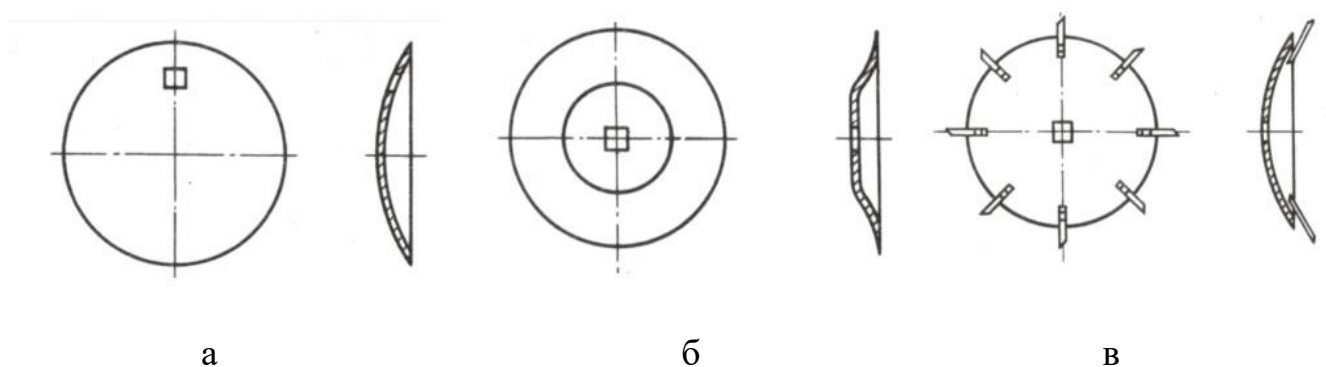


Рисунок 2.3 - Дисків варіації

Із зміщеною віссю диск обертання використовують з метою боротьби з водною ерозією. За рахунок зміщеної вісі своєю сферичною частиною диск викопує лунки де накопичується волога не даючи їй розтікатись по поверхні.

Диск гофрований по іншому впливає на ґрунт і не обов'язково його встановлювати під кутом до напрямку руху. Диск сферичний зубовий надійно забезпечує зчеплення з ґрунтом не даючи ковзати батареї відносно вісі обертання і додатково порушуючи підшву з одночасним поглиблюванням глибини спущування. Такий робочий орган значно зменшує опір ґрунту забезпечуючи високу якість обробітку.

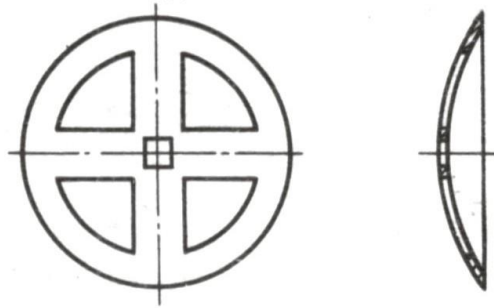


Рисунок 2.4 - Диск з вирізами

Робочими органами борони голчастої причіпний гідрофікований БИГ-3А є голчасті диски, зібрані на відстані 175 мм один від іншого по осі в чотири окремі батареї.

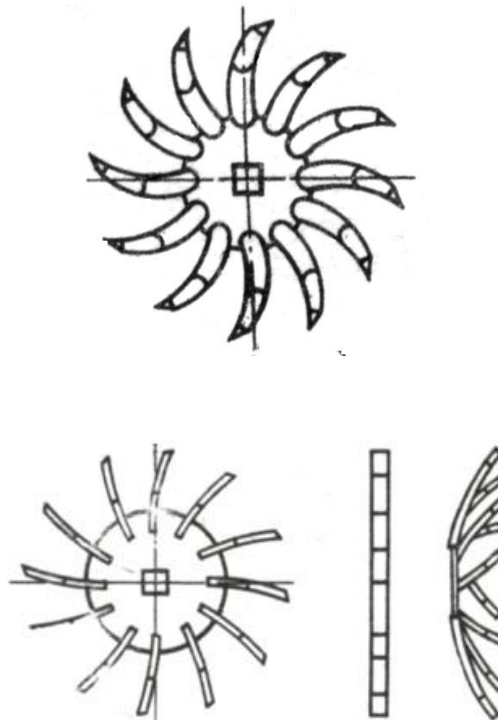


Рисунок 2.5 - Диск з голками

На легких і середніх ґрунтах без демонтажу батарей, шляхом установки причіпного пристрою на передню чи задню частину рами борони, що виконана у виді звареної конструкції з труб квадратного перетину. Наявність нульового кута атаки дозволяє розширювати зону використання борін на культивуванні зернових і просапних культур (досходове і після сходове розпушування).

Зірочки одержали широке поширення для обробки посівів просапних і зернових культур, ранньо - весняного боронування посівів зернових і боротьби з кіркою.

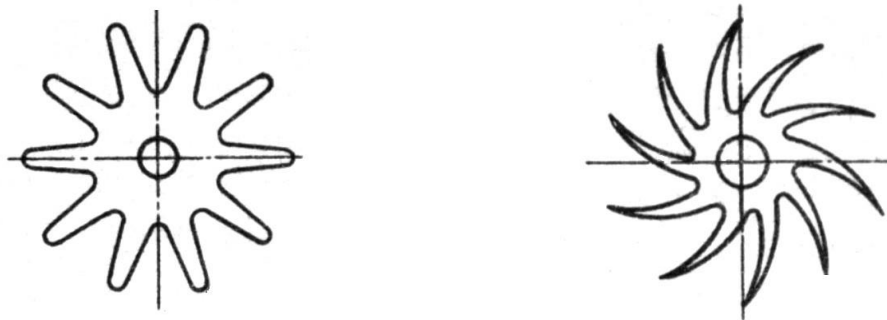


Рисунок 2.6 - Зірочки

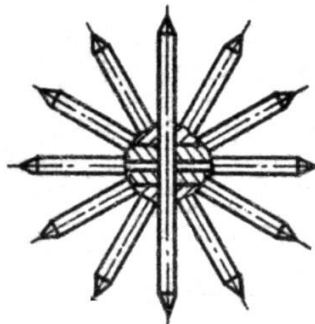
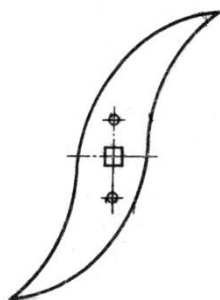


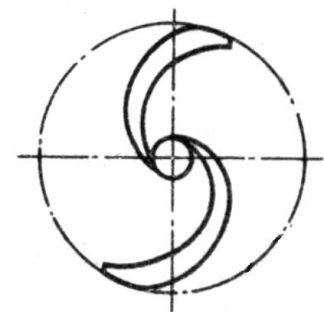
Рисунок 2.7 - Ротор голчастий



а.



б.



в.

Рисунок 2.8 - Органи ротаційні

У той же час, вони можуть бути широко використані для знищення бур'янів, загортання органічних і мінеральних добрив.

Для борони дискової важкої двослідної причіпної БДТ-7,0 використані робочі органи у виді сферичних вирізних дисків, насаджених як правило на квадратну вісь, а іноді на круглу. Крайній диск, розташовано опуклою стороною назовні, спирається на спеціальну шайбу. Борона складається з восьми батарей, гідросистеми, середньої, правої і лівої рами, осі з колісьми і двох транспортних розтяжок. Застосовується для розпушування ґрунту, здрібнювання поживних і післязбиральних залишків, оброблення шарів багаторічних трав. Робочим органом такої борони може бути сферичний диск але діаметром 600мм, або сферичний вирізний диск по периметру різальної частини диску

Для вирівнювання поверхні поля, руйнування брил, ущільнення ґрунту перед посівом і після посіву застосовують кільчасті, кілчасто-зубові, кілчасто-шпорові і гладкі котки.

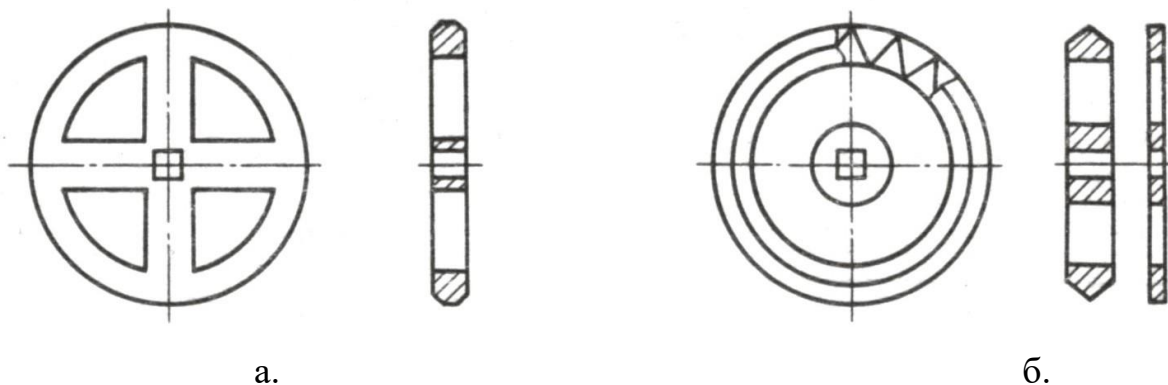


Рисунок 2.9 - Коток кільчастий

2. Класифікація котків-розрихлювачів

Сучасні котки-розрихлювачі класифікують за рядом ознак, основними з яких є конструкція робочого органу, призначення та характер взаємодії з ґрунтом.

2.1. За типом робочої поверхні

Виділяють такі основні типи:

- гладкі котки - забезпечують переважно ущільнення та вирівнювання;

- зубчасті котки - виконують розпушення та часткове подрібнення;
- кільчасті котки - ефективні для структуроутворення ґрунту;
- кільчасто-зубчасті - поєднують функції ущільнення і розпушення;
- кільчасто-шпорові - забезпечують ущільнення нижнього шару та розпушення верхнього .

Таке різноманіття конструкцій дозволяє адаптувати техніку до різних ґрунтово-кліматичних умов.

2.2. За призначенням

Котки-розрихлювачі поділяють на:

- передпосівні;
- післяпосівні;
- універсальні;
- мульчувальні (подрібнювальні);
- комбіновані.

Мульчувальні котки, наприклад, одночасно виконують подрібнення рослинних решток і поверхнєве розпушення ґрунту, що сприяє покращенню його структури та збереженню вологи.

2.3. За конструкцією агрегування

- причіпні;
- напівпричіпні;
- навісні;
- комбіновані (у складі агрегатів).

3. Конструкція традиційних котків

3.1. Гладкі котки

Гладкі котки є найпростішими за конструкцією. Вони складаються з:

- металевого циліндра;
- осі;
- підшипникових вузлів;
- рами та зчіпного пристрою.

Основною функцією є ущільнення поверхні ґрунту і вирівнювання поля. Вони практично не забезпечують розпушення, що обмежує їх використання у сучасних технологіях.

Недоліки:

- низька інтенсивність розпушення;
- утворення ґрунтової кірки;
- обмежена ефективність на важких ґрунтах.

3.2. Зубчасті котки

Зубчасті котки мають виступи або зубці, які проникають у ґрунт.

Переваги:

- підвищена здатність до розпушення;
- ефективне руйнування кірки;
- покращення аерації ґрунту.

Недоліки:

- підвищений тяговий опір;
- складність виготовлення.

3.3. Кільчасті котки

Робочими органами є кільця, встановлені на осі.

Особливості:

- забезпечують рівномірний розподіл навантаження;
- формують структурований ґрунт;
- ефективні для передпосівної підготовки.

3.4. Кільчасто-зубчасті котки

Це комбіновані конструкції, що поєднують кільця та зубці.

Вони забезпечують:

- одночасне ущільнення і розпушення;
- подрібнення грудок;
- формування оптимальної структури ґрунту.

Такі котки здатні працювати на глибину до 7–10 см із одночасним розпушенням верхнього шару до 4 см .

4. Сучасні конструкції котків-розрихлювачів

4.1. Мульчувальні котки

Мульчувальні котки оснащуються ножами або ріжучими елементами.

Конструктивні особливості:

- роторні барабани з ножами;
- водоналивні барабани для регулювання маси;
- посилена рама.

Вони забезпечують:

- подрібнення рослинних решток;
- мульчування поверхні ґрунту;
- часткове розпушення.

Подрібнення пожнивних решток сприяє накопиченню гумусу та покращенню структури ґрунту .

4.2. Важкі універсальні котки

Сучасні важкі котки характеризуються:

- великою масою;
- широкою захватною шириною;
- секційною конструкцією.

Наприклад, сучасні агрегати мають робочу ширину до 12 м і більше, що забезпечує високу продуктивність .

Особливості:

- шарнірні з'єднання секцій;
- копіювання рельєфу поля;
- рівномірний розподіл навантаження.

4.3. Секційні котки

Секційна конструкція дозволяє:

- краще адаптуватися до нерівностей поля;
- забезпечити рівномірний контакт із ґрунтом;
- зменшити навантаження на раму.

Сегменти можуть працювати незалежно один від одного, що підвищує якість обробітку.

4.4. Котки з регульованим навантаженням

У таких конструкціях застосовуються:

- водоналивні барабани;
- гідравлічні системи регулювання тиску.

Це дозволяє адаптувати агрегат до різних умов роботи.

5. Конструктивні елементи котків-розрихлювачів

Основними елементами є:

- рама;
- робочі органи (кільця, зубці, ножі);
- вісь;
- підшипникові вузли;
- механізм регулювання;
- гідравлічна система;
- транспортні колеса.

Особливу увагу приділяють підшипникам, які повинні бути захищені від пилу та вологи для підвищення довговічності .

6. Аналіз переваг і недоліків існуючих конструкцій

Переваги:

- універсальність застосування;
- висока продуктивність;
- можливість суміщення операцій;
- покращення структури ґрунту.

Недоліки:

- значна маса агрегатів;
- високий тяговий опір;
- недостатня ефективність у вологих умовах;
- залипання робочих органів;
- нерівномірність обробітку при простих конструкціях.

7. Тенденції розвитку конструкцій

Сучасні тенденції включають:

- комбінування функцій (ущільнення + розпушення + мульчування);
- використання модульних конструкцій;
- впровадження гідравлічних систем;
- підвищення зносостійкості матеріалів;
- покращення самоочищення.

8. Перспективи удосконалення

Основними напрямками удосконалення є:

- підвищення ефективності розпушення;
- зниження енергетичних витрат;
- забезпечення рівномірності обробітку;
- адаптація до різних типів ґрунтів;
- створення комбінованих робочих органів.

2.3 Загальні положення патентного аналізу

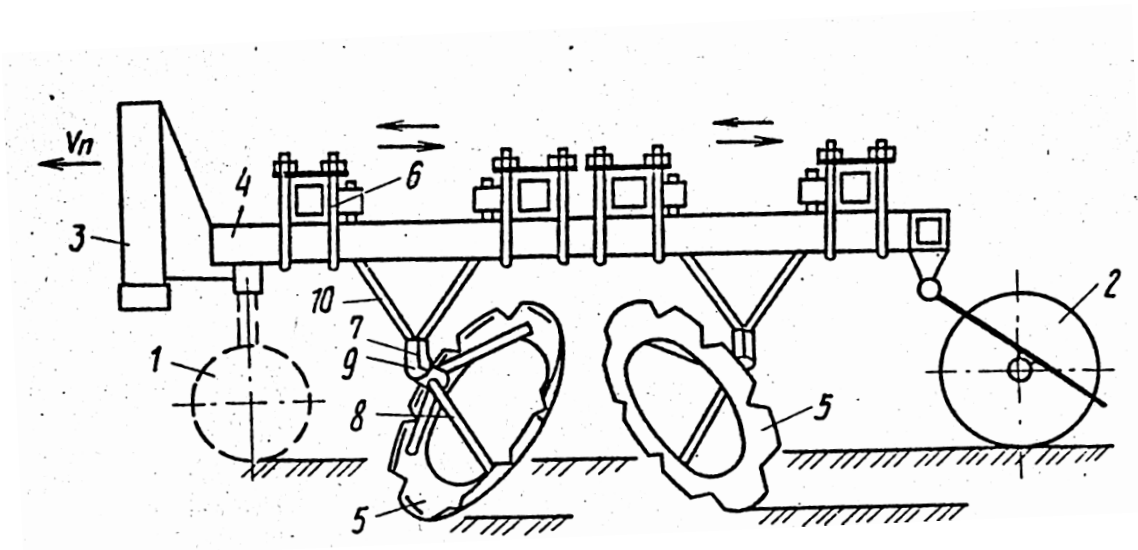


Рисунок 2.10 - № 2150801

Завдяки розташуванню ковпака відносно основи ріжучого елемента з зазором, а також вільному розташуванню його на корпусі основи і на осі з

можливістю обертання відносно основи, ковпак рухається під дією пласта з більшою кутовою частотою, в порівнянні з ріжучим елементом. Тому показник швидкості відносно переміщення пласта по поверхні ковпака швидко зменшується, тобто пласт переміщується по ковпаку, огинаючи взаємно перпендикулярні площини. Це призводить до зниження зносу робочої поверхні ковпака і збільшенню строку служби всього робочого органу.

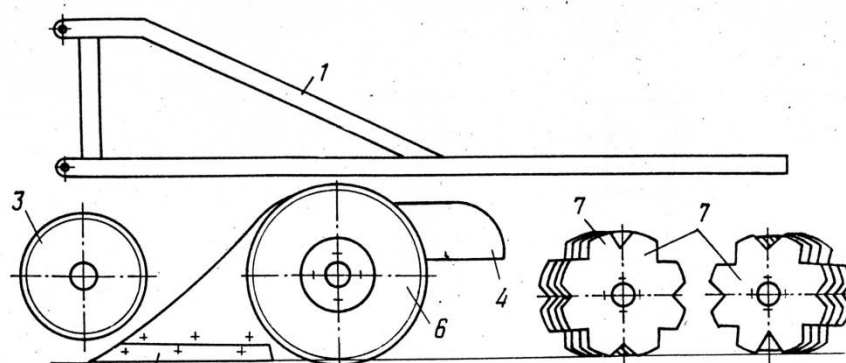


Рисунок 2.11 - № 1565358

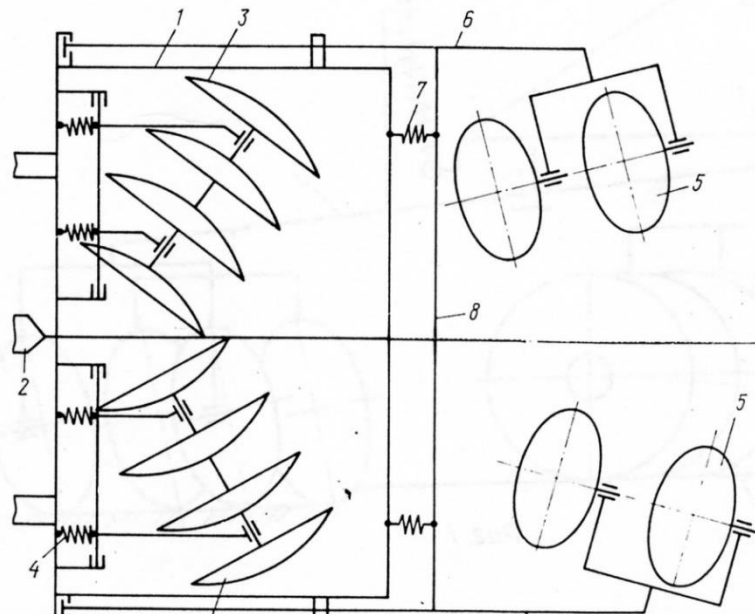


Рисунок 2.12 - № 1544196

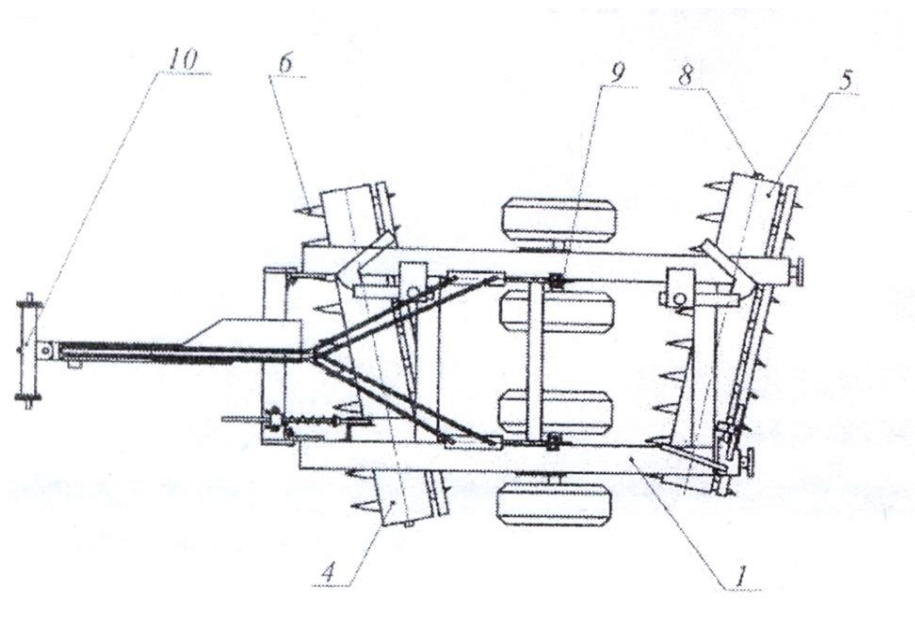


Рисунок 2.13 - № 4060

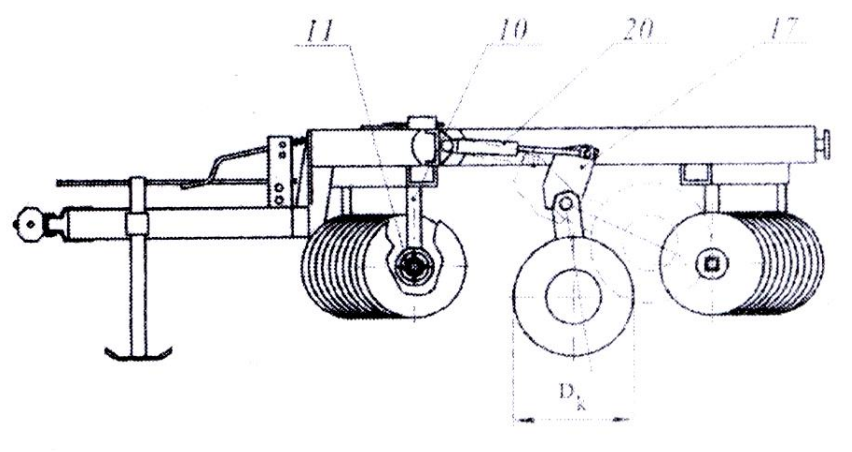


Рисунок 2.14 - № 3551

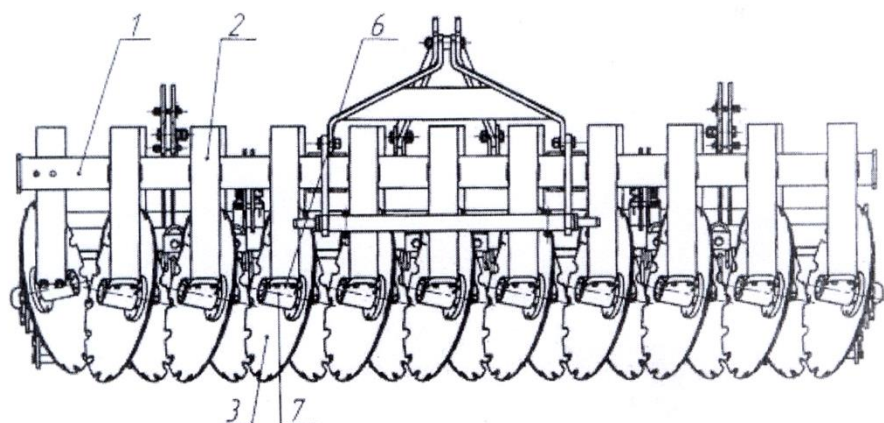


Рисунок 2.15 - № 58616

Висновки

Агротехнічні вимоги до поверхневого обробітку ґрунту із застосуванням котків-розрихлювачів охоплюють широкий спектр показників, що визначають якість виконання технологічного процесу. Їх дотримання забезпечує створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів та збереження родючості ґрунтів. Застосування котків-розрихлювачів у системі поверхневого обробітку ґрунту є ефективним напрямом підвищення якості агротехнічних робіт. Їх використання дозволяє комплексно впливати на агрофізичні властивості ґрунту, забезпечуючи оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Отже, подальше вдосконалення конструкцій котків-розрихлювачів, обґрунтування їх параметрів та режимів роботи є важливим науково-практичним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва, зниженню енерговитрат та забезпеченню екологічної безпеки агротехнологій.

У результаті проведеного огляду встановлено, що існуючі конструкції котків-розрихлювачів характеризуються значною різноманітністю та широким спектром функціональних можливостей. Найбільш ефективними є комбіновані конструкції, які забезпечують одночасне ущільнення та розпушення ґрунту.

Доведено, що сучасні котки мають тенденцію до ускладнення конструкції з метою підвищення універсальності та якості обробітку. Водночас це призводить до збільшення маси та енергетичних витрат.

Встановлено, що перспективним напрямом є створення котків-розрихлювачів із регульованими параметрами роботи, що дозволяє адаптувати їх до змінних умов експлуатації. Таким чином, подальший розвиток конструкцій котків-розрихлювачів повинен бути спрямований на підвищення

ефективності, зниження енерговитрат та забезпечення високої якості обробітку ґрунту.

Використання різних конструкцій комбінованих агрегатів для поєднання операцій передпосівної і припосівної агротехніки зернових колосових культур дозволяє скоротити строки виконання польових робіт, зменшує матеріальні і грошові витрати та кількість проходів по полю коліс тракторів і знаряддя, що в свою чергу запобігає ущільненню і руйнуванню структури ґрунту. Основна вимога до передпосівного обробітку – добре розпушування посівного шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину.

В дипломному проекті пропонується конструкція котка розпушувача з умовною назвою КР-3, застосування якого дає змогу за один робочий прохід по полю розробити верхню частину ґрунту на глибину загортання насіння до посівного стану.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

Однією з характерних рис в практиці сучасного світового сільськогосподарського машинобудування в останні роки є пошук способів і технічних засобів для зменшення кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю шляхом поєднання виконання технологічних операцій.

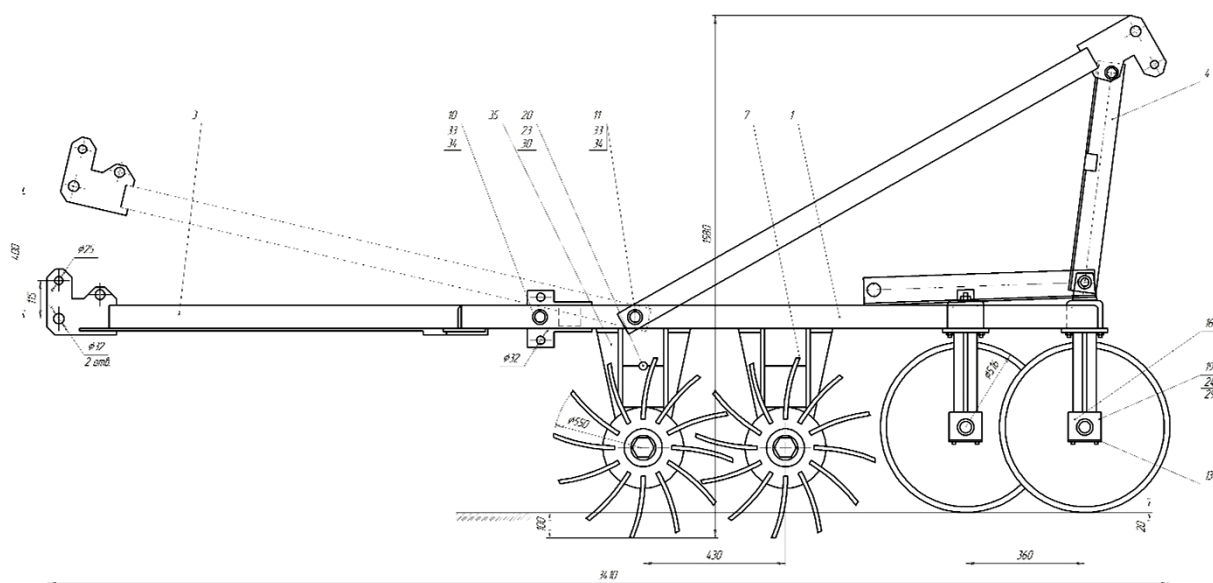
Існуючі в даний час прийоми обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами, при багаторазових проходах тракторів та сільськогосподарських машин по полю призводить до негативних змін структури ґрунту та зменшенню його родючості.

Створилася певна невідповідність між параметрами нових тракторів і технологічними прийомами вирощування сільськогосподарських культур шаблонно перенесеними з практики землеробства, яке базувалося на використанні малопотужних тракторів.

Розробка і використання ґрунтообробних агрегатів, які за один прохід по полю виконують кілька технологічних операцій, має велика значення. Впровадження у виробництва комбінованих агрегатів дозволить зменшити енергетичні та грошові затрати на виробництво продукції сільського господарства з одночасним підвищенням урожайності.

В окремі роки на добре виораних восени полях і при невеликих опадах взимку, якщо верхній шар зябу розпушений і вирівняний, то в цьому випадку для більшого збереження запасів вологи, одержання своєчасних, дружніх і повних сходів, скорочення строків виконання весняних польових робіт, сіяти ярий ячмінь можна без передпосівної культивації, а лише після боронування голчастими боронами БИГ-3 в режимі активного розпушення. Такий же спосіб обробітку ґрунту добре зарекомендував себе і при літнього-осінньому обробітку.

Чітке виконання рекомендованих прийомів обробітку ґрунту під озимі зернові культури не є гарантією одержання дружних сходів. Необхідною є певна передбачуваність у проведенні наступного обробітку, щоб не пересушити верхній шар ґрунту до посіву. В таких умовах культивуацію слід поєднувати з прикочуванням.



Використання різних конструкцій комбінованих агрегатів для поєднання операцій передпосівної і припосівної агротехніки зернових колосових культур дозволяє скоротити строки виконання польових робіт, зменшує матеріальні і грошові витрати та кількість проходів по полю коліс тракторів і знаряддя, що в свою чергу запобігає ущільненню і руйнуванню структури ґрунту. Основна вимога до передпосівного обробітку – добре розпушування посівного шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину.

Робочими органами котка-розпушувача є голчасті диски встановлені на двох секціях з перекриттям, та котки. Крім того, до рами КР-3 можна приєднати планки для вирівнювання поверхні поля.

Робочі органи монтуються до рами котка-розпушувача, поперечні бруси якої виготовлені з кутника 80×80 мм, а поздовжні – шляхом зварювання двох кутників 75×75 мм (див. аркуш графічної частини проекту).

При русі агрегату по полю, батареї голчастих дисків, які встановлені в передній частині рами, розпушують ґрунт на глибину до 9 см і частково знищують бур'яни. Батареї котків подрібнюють грудки і прикочують поверхню ґрунту. Таким чином створюються умови для розподілу насіння в ґрунті на тверде ложе з дрібно грудочкуватою структурою ґрунту вище зони розміщення насіння.

3.2 Обґрунтування основних кінематичних характеристик голчастого робочого органу котка-розпушувача

Аналізуючи рух голки, ми знаємо, що кінематичний показник $\lambda = \frac{\omega R}{V_m}$ – відіграє дуже важливу роль і бажано, щоб він був $\lambda > 1$. Але, це ускладнює конструкцію, и, як правило, знижує надійність. Визначення основних характеристик може дати відповіді на всі наші запитання.

Визначимо величину переміщення по складовим і загальну на основі досліджень

$$y = r \cos \alpha \sin(\psi - \varphi) + \frac{\pi R \cos \alpha}{180 \lambda} \cdot \varphi; \quad (3.1)$$

$$z = R - r \cos(\psi - \varphi); \quad (3.2)$$

$$S = \sqrt{y^2 + z^2}. \quad (3.3)$$

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

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

$$\varphi_n = 180 - \arccos \frac{0,275 - 0,08}{0,275} = 135,1 \text{ град};$$

$$\varphi_n = 180 + \arccos \frac{0,275 - 0,08}{0,275} = 124,7 \text{ град}.$$

Розрахунки проводимо на момент початку взаємодії, а в залежності від кута повороту и для різних значень радіуса диска.

$$y = 0,275 \cdot 1 \cdot 0,4309 + \frac{3,14 \cdot 0,275 \cdot 1}{180 \cdot 1} \cdot 135,1 = 0,842 \text{ м};$$

$$z = 0,275 - 0,275 \cdot 0,9024 \text{ м};$$

$$S = \sqrt{0,84^2 + 0,08^2} = 0,846 \text{ м}.$$

$$\dot{y} = -\frac{r}{R} V_m \lambda \cos^2 \alpha \cos(\psi - \varphi) + V_m; \quad (3.6)$$

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

$$V_u = \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}. \quad (3.8)$$

$$\dot{y} = -\frac{0,275}{0,275} \cdot 2,3 \cdot 1 \cdot 1^2 \cdot 0,9024 + 23 = 0,67;$$

$$\dot{z} = -\frac{0,275}{0,275} \cdot 2,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4309 = -1,62 \text{ м/с};$$

$$V_u = \sqrt{0,67^2 + (-1,62)^2} = 1,76 \text{ м/с}.$$

$$\ddot{y} = -\frac{r}{R^2} V_{\mathcal{M}}^2 \lambda^2 \cos^3 \alpha \sin(\psi - \varphi); \quad (3.9)$$

$$\ddot{z} = -\frac{r}{R^2} V_{\mathcal{M}}^2 \lambda^2 \cos^2 \alpha \cos(\psi - \varphi); \quad (3.10)$$

$$W_u = \sqrt{\ddot{y}^2 + \ddot{z}^2}. \quad (3.11)$$

$$\ddot{y} = -\frac{0,275}{0,275^2} \cdot 2,3^2 \cdot 1^2 \cdot 1^3 \cdot 0,4309 = -13,58 \text{ M/c}^2;$$

$$\ddot{z} = -\frac{0,275}{0,275^2} \cdot 2,3^2 \cdot 1^2 \cdot 1^2 \cdot 0,9024 = 13,62 \text{ M/c}^2;$$

$$W_u = \sqrt{(-13,58)^2 + 13,62^2} = 19,23 \text{ M/c}^2.$$

$$R = h_{\max} + h_{cm} + \frac{d}{2}, \quad (3.12)$$

$$R = 0,08 + 0,12 + \frac{0,125}{2} = 0,275 \text{ M}.$$

$$b_1 = 2 \cdot \left(R \arccos \frac{R-h}{R} - \sqrt{2Rh - h^2} \right); \quad (3.13)$$

$$b_1 = 2 \cdot \left(0,275 \cdot \arccos \frac{0,275-0,08}{0,275} - \sqrt{2 \cdot 0,275 \cdot 0,08 - 0,08^2} \right) = 0,042 \text{ M}.$$

$$b = 2x; \quad (3.14)$$

$$b = R \arccos \frac{R-y}{r} - \sqrt{r^2 - (R-y)^2}; \quad (3.15)$$

$$b_{(\max)l} = 2 \cdot \left(R \arccos \frac{R-h}{\sqrt{R(R-h)}} - \sqrt{R(R-h) - (R-h)^2} \right); \quad (3.16)$$

$$b_{(\max)1} = 2 \cdot \left(0,275 \arccos \frac{0,275 - 0,08}{\sqrt{0,275(0,275 - 0,08)}} - \sqrt{0,275(0,275 - 0,08) - (0,275 - 0,08)^2} \right) = 0,114 \text{ м.}$$

$$n = \frac{2\pi R}{b_{l(\max)}}; \quad (3.17)$$

$$n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,275}{0,114} = 15,15.$$

Приймаємо що кількість голок на диску повинно бути $n = 16$ шт.

3.3 Котка з'єднання розрахунок

Коток-розпушувач КР-3 приєднується до трактора з допомогою снічі та сталевго пальця. В процесі руху агрегату в робочому чи транспортному положенні в місці з'єднання котка з трактором на палець діють напруги зминання

$$\sigma_{3M} = \frac{F_T}{2d\delta} \leq [\sigma_{3M}] \quad (3.18)$$

$$\sigma_{3M} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 30 \cdot 60} = 36,7 \text{ МПа}$$

Виконується умова міцності пальця

Напругу розриву кронштейна снічі визначимо з умови міцності на розрив:

$$\sigma_p = \frac{F_T}{4a\delta} \leq [\sigma_p] \quad (3.19)$$

$$\sigma_p = \frac{13200 \cdot 10^6}{4 \cdot 50 \cdot 60} = 41 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\text{зп}} = \frac{F}{2S_{\text{зп}}} \leq [\tau_{\text{зп}}] \quad (3.20)$$

$$S_{\text{зп}} = 0,7kB_{\text{шв}} \quad (3.21)$$

$$S_{\text{зп}} = 0,7 \cdot 3 \cdot 160 = 336 \text{ мм}^2$$

$$\tau_{\text{зп}} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 336} = 19,6 \text{ МПа}$$

$$P = \frac{F_{\text{н}}}{S_{\text{н}}} = \frac{F_{\text{н}}}{dL} \leq [P] \quad (3.22)$$

$$F_{\text{н}} = \frac{G_{\text{м}}}{4} \quad (3.23)$$

$$F_{\text{н}} = \frac{15000}{4} = 3750 \text{ Н}$$

$$P = \frac{3750 \cdot 10^4}{45 \cdot 100} = 8,3 \text{ МПа}$$

3.4 На міцність розрахунок

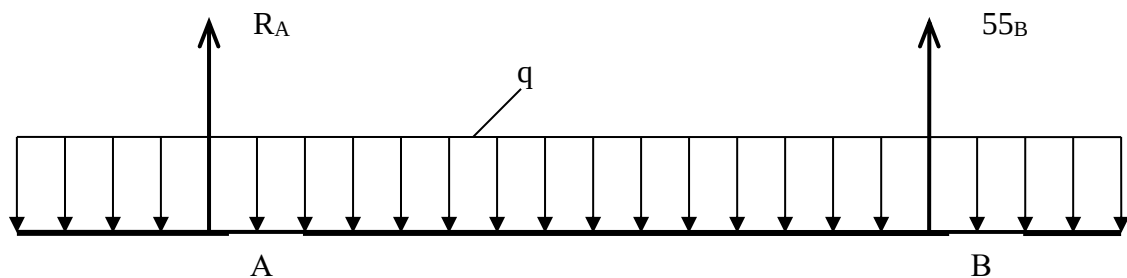


Рисунок 3.2 - Діючих на вал сил схема

$$R = Gf \quad (3.24)$$

$$R = 220 \cdot 0,25 = 55H$$

$$R_A^B = R_B^B = \frac{90 \cdot 22}{2} = 990H$$

$$M_C^B = -G \cdot 4 \cdot 35 - G \cdot 3 \cdot 35 - G \cdot 2 \cdot 35 - G \cdot 35 + R_A \cdot 87,5 = \\ = -22(140 + 105 + 75 + 35) + 99 \cdot 87,5 = 85,25H \cdot m$$

$$M_A^B = -G \cdot 52,5 - G \cdot 17,5 = -22(52,5 + 17,5) = -154H \cdot m$$

$$R_A^r = R_B^r = \frac{90 \cdot 5,5}{2} = 250H$$

$$M_A^r = -5,5 \cdot 52,5 - 5,5 \cdot 17,5 = 38,5H \cdot m$$

$$M_C^r = -5,5 \cdot 4 \cdot 35 - 5,5 \cdot 3 \cdot 35 - 5,5 \cdot 2 \cdot 35 - 5,5 \cdot 35 + R_A^r \cdot 87,5 = \\ = -5,5 \cdot 140 + 105 - 75 + 351 + 25 \cdot 87,5 = 22,5H \cdot m$$

$$M_{\max} = \sqrt{M_{\max}^B + M_{\max}^r} = \sqrt{1540^2 + 38,5^2} = 159H \cdot m$$

$$G_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [G] \quad (3.25)$$

$$W = \frac{\pi D_H^3}{32} (1 - L^4) \quad (3.26)$$

$$L = \frac{dB_H}{D_H} \quad (3.27)$$

$$L = \frac{50}{75} = 0,67 \text{ cm}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 75^3}{32} (1 - 0,2) = 331 \text{ cm}^2$$

$$\text{Тоді } G_{\max} = \frac{1590}{33,1} = 48 \text{ Н/см}^2$$

3.5 Показники експлуатаційні

$$K = K_0 \cdot \left[1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (3.28)$$

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

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

$$B_{np} = \frac{P_{kp} G \sin \alpha}{K + S_m \sin \alpha + S_{\text{БНГ}} (f + \sin \alpha)}, \quad (3.29)$$

$$S_m = \frac{10,98}{3,0} = 3,66$$

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

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

$$n = \frac{B_{np}}{b_{\kappa}}; \quad (3.30)$$

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

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

$$R_a = n \cdot B_p \cdot K + G_m \cdot n \cdot \sin \alpha, \quad (3.31)$$

$$B_p = b_{\kappa} \beta, \quad (3.32)$$

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

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

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

$$\xi_p = \frac{R_a}{R_{\kappa p} - G \sin \alpha}; \quad (3.33)$$

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

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

$$E_{\min} = 2,8 \cdot R_0 + e + d_{\kappa}, \quad (3.34)$$

$$L_x = \pi \cdot R_0 + 2 \cdot e; \quad (3.35)$$

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

$$L_p = L - 2E; \quad (3.36)$$

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

$$t_p = \frac{0,06 \cdot L_p}{V_p}; \quad (3.37)$$

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

$$t_x = \frac{0,06 \cdot L_x}{V_x}, \quad (3.38)$$

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

$$t_y = t_p + t_\kappa + t_{oy}; \quad (3.39.)$$

$$t_y = 5,2 + 0,51 + 2 = 7,71 \text{ с.}$$

$$t_{ny} = t_{ocm} + t_{контр} + t_{об} + t_{въезд} + t_{выезд}, \quad (3.40)$$

$$\Pi_y = \frac{T_{cm} - t_{ny}}{t_y}, \quad (3.41)$$

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

$$T_{cm} = \Pi_y (t_p + t_x + t_{oy}) + t_{ny}; \quad (3.42)$$

$$T_{cm} = 56 \cdot 7,71 + 41 = 488,18 \text{ с.}$$

$$\tau = \frac{T_p}{T_{cm}} = \frac{t_y \Pi_y}{T_{cm}}; \quad (3.43)$$

$$\tau = \frac{7,71 \cdot 56}{488,18} = 0,91.$$

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau; \quad (3.44)$$

$$W_u = 0,1 \cdot 3 \cdot 8,97 \cdot 0,91 = 2,87 \text{ га/год.}$$

$$g = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{60 \cdot F_3}, \quad (3.45)$$

$$T_p = t_p \Pi_u; \quad (3.46)$$

$$T_x = t_x \cdot \Pi_u + t_{\text{въезда}} + t_{\text{выезда}}; \quad (3.47)$$

$$T_x = 2 \cdot 0,51 \cdot 58 + 0,5 + 0,5 = 36,38 \text{ хв.}$$

$$T_o = t_{оч} \cdot \Pi_u + t_{\text{контр}} + t_{\text{ост}} + t_{об}; \quad (3.48)$$

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

$$F_3 = W_u \cdot T_p; \quad (3.49)$$

$$F_3 = 2,87 \cdot 5,0 = 15,25 \text{ га.}$$

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

$$H = \frac{m_{mp} \cdot m_{об}}{W_u}, \quad (3.50)$$

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

Висновки

Розробка і використання ґрунтообробних агрегатів, які за один прохід по полю виконують кілька технологічних операцій, має велике значення. Впровадження у виробництва комбінованих агрегатів дозволить зменшити енергетичні та грошові затрати на виробництво продукції сільського господарства з одночасним підвищенням урожайності.

Розрахунками встановлено $\alpha = 0$; на початку взаємодії швидкість голки склала 1,76 м/с при прискоренні 19,23 м/с². Кількість робочих елементів (голок) для подрібнення грудок ґрунту відповідно до розрахунків повинно бути 16 шт. Обґрунтовано умові надійності валу прикочувальних котків. Виконано розрахунки по забезпеченню надійності з'єднувального пристрою котка-розпушувача. Обґрунтовано вибір підшипників ковзання, виготовлені з бронзи, допустимий питомий тиск для яких становить 15 МПа.

У результаті проведених експлуатаційних розрахунків визначено, що для забезпечення стабільної роботи агрегату при повному завантаженні та досягнення високих показників ефективності оптимальною є швидкість руху 8,97 км/год. За таких умов продуктивність агрегату становитиме 2,87 га/год, а витрати палива на одиницю площі складатимуть 4,82 кг/га.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

1. Загальні положення

Охорона праці при виконанні механізованих польових робіт є невід'ємною складовою технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур. Поверхневий обробіток ґрунту із застосуванням котків-розрихлювачів пов'язаний із використанням машинно-тракторних агрегатів, які є джерелами підвищеної небезпеки. Це обумовлює необхідність дотримання комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників.

До виконання робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з охорони праці, медичний огляд та мають посвідчення на право керування трактором відповідної категорії. Працівники повинні бути ознайомлені з конструкцією агрегату, правилами його експлуатації та можливими небезпечними ситуаціями.

2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Під час виконання поверхневого обробітку ґрунту можуть виникати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- рухомі частини машин і механізмів (обертові котки, валки, передачі);
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- пил, що утворюється під час розпушення ґрунту;
- можливість наїзду або перекидання техніки;
- підвищене фізичне навантаження на оператора;
- несприятливі метеорологічні умови (висока температура, вітер, опади).

Урахування цих факторів є основою для розробки заходів безпеки.

3. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи необхідно виконати комплекс підготовчих заходів:

- перевірити технічний стан трактора та котка-розрихлювача;

- оглянути кріплення робочих органів, з'єднання та гідравлічні системи;
- перевірити справність гальмівної системи, рульового керування та освітлення;
- переконатися у відсутності сторонніх предметів у зоні роботи агрегату;
- відрегулювати робочі органи відповідно до заданої глибини обробітку;
- перевірити наявність та справність засобів індивідуального захисту.

Забороняється починати роботу при виявленні несправностей.

4. Вимоги безпеки під час роботи

Під час виконання поверхневого обробітку необхідно дотримуватися таких вимог:

- керувати агрегатом плавно, без різких маневрів;
- дотримуватися встановленої швидкості руху;
- не допускати перебування сторонніх осіб у зоні роботи;
- уникати різких поворотів, особливо на схилах;
- контролювати роботу агрегату та стан ґрунту;
- не залишати працюючий агрегат без нагляду;
- виконувати очищення або регулювання лише після повної зупинки агрегату.

Особливо небезпечним є контакт із обертовими частинами котка-розрихлювача.

5. Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні

Технічне обслуговування повинно проводитися відповідно до встановлених регламентів:

- обслуговування виконувати тільки при вимкненому двигуні;
- використовувати справний інструмент;
- застосовувати підставки при роботі під піднятим агрегатом;
- уникати контакту з гарячими частинами двигуна;
- дотримуватися правил пожежної безпеки при роботі з паливом та мастилами.

6. Вимоги до засобів індивідуального захисту

Працівники повинні бути забезпечені такими засобами:

- спеціальний одяг (комбінезон або робочий костюм);

- захисне взуття;
- рукавички;
- засоби захисту органів слуху;
- захисні окуляри або респіратори (при високій запиленості).

Використання ЗІЗ є обов'язковим під час виконання робіт.

7. Вимоги безпеки в особливих умовах

При роботі в складних умовах необхідно враховувати додаткові вимоги:

На схилах:

- рух здійснювати вздовж горизонталей;
- уникати різких поворотів;
- контролювати стійкість агрегату.

У вологих умовах:

- знижувати швидкість руху;
- уникати пробуксовування;
- контролювати залипання робочих органів.

У темний час доби:

- забезпечити достатнє освітлення;
- використовувати сигнальні пристрої.

8. Вимоги пожежної безпеки

Під час роботи необхідно:

- не допускати витоків палива;
- не палити поблизу техніки;
- мати вогнегасник у справному стані;
- регулярно очищати техніку від рослинних залишків.

9. Дії у разі аварійних ситуацій

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно:

- негайно зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- повідомити керівника робіт;
- при необхідності надати першу допомогу постраждалим;

- викликати відповідні служби.

10. Вимоги після закінчення роботи

Після завершення роботи необхідно:

- очистити агрегат від ґрунту та рослинних залишків;
- провести огляд технічного стану;
- усунути виявлені несправності;
- встановити агрегат у відведене місце;
- здати зміну відповідальній особі.

Висновки

У результаті аналізу вимог охорони праці та техніки безпеки встановлено, що виконання поверхневого обробітку ґрунту із застосуванням котків-розрихлювачів належить до категорії робіт підвищеної небезпеки, що обумовлено наявністю рухомих механізмів, значними динамічними навантаженнями, а також впливом несприятливих виробничих факторів.

Доведено, що основною умовою забезпечення безпеки праці є комплексний підхід, який включає технічну справність машин, дотримання технологічних режимів роботи, використання засобів індивідуального захисту та належну підготовку персоналу. Тому особливу увагу необхідно приділяти організації безпечної зони роботи та недопущенню сторонніх осіб до агрегату. З'ясовано, що значну роль у забезпеченні безпеки відіграє своєчасне технічне обслуговування машин, яке дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій та підвищити надійність роботи агрегату.

Таким чином, дотримання встановлених вимог охорони праці та техніки безпеки є необхідною умовою ефективного та безпечного виконання поверхневого обробітку ґрунту і сприяє збереженню життя та здоров'я працівників, підвищенню продуктивності праці та зниженню виробничого травматизму.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

В умовах сучасного аграрного виробництва одним із ключових факторів підвищення ефективності є впровадження нових та удосконалених технічних засобів, що забезпечують зниження витрат ресурсів при одночасному підвищенні якості виконання технологічних операцій. Поверхневий обробіток ґрунту займає важливе місце у системі вирощування сільськогосподарських культур, оскільки формує агрофізичні властивості ґрунту, що безпосередньо впливають на врожайність.

Застосування котка-розрихлювача дозволяє поєднати декілька операцій (розпушення, вирівнювання, часткове ущільнення, руйнування кірки), що сприяє зменшенню кількості проходів агрегату по полю. Це, у свою чергу, знижує витрати палива, зменшує ущільнення ґрунту та підвищує продуктивність праці.

Економічна ефективність впровадження нового технічного рішення визначається шляхом порівняння витрат та результатів при використанні базової та удосконаленої техніки.

Економічна ефективність є одним із ключових критеріїв оцінювання доцільності впровадження нових або удосконалених технічних засобів у сільськогосподарське виробництво. В умовах сучасної аграрної економіки, яка характеризується високою вартістю енергоресурсів, підвищеними вимогами до якості виконання технологічних операцій та необхідністю раціонального використання природних ресурсів, питання економічного обґрунтування машин і агрегатів набуває особливої актуальності.

Поверхневий обробіток ґрунту є важливою складовою технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур, оскільки безпосередньо впливає на формування агрофізичних властивостей ґрунту, його водно-повітряний режим, збереження вологи та умови для проростання насіння. Виконання даної операції традиційними засобами часто супроводжується значними витратами палива, високою трудомісткістю та

багаторазовими проходами техніки по полю, що призводить до додаткового ущільнення ґрунту та зниження його родючості.

У зв'язку з цим актуальним є впровадження удосконалених конструкцій ґрунтообробних знарядь, зокрема котків-розрихлювачів, які дозволяють поєднати декілька технологічних операцій в одному проході агрегату. Це забезпечує зменшення експлуатаційних витрат, підвищення продуктивності праці, а також покращення агротехнічних показників обробітку ґрунту.

Метою даного розділу є визначення економічної ефективності застосування котка-розрихлювача шляхом порівняння витрат і результатів його використання з базовими технологіями поверхневого обробітку ґрунту. У ході розрахунків враховуються показники економії палива, скорочення технологічних операцій, а також додатковий дохід від підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Початкові данні в додатку А

Б	П
$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{120}{3,84} = 31,25 \text{ год.}$	$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{120}{2,87} = 42,55 \text{ год.}$

(5.1)

$$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{120}{1,92} = 62,5 \text{ год.}$$

$$\sum K_{\text{НГ}} = 31,25 + 62,5 = 93,75 \text{ год.}$$

$$\Pi = \frac{C_T}{W_{\text{ГОД}}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.2)$$

Б	П
$\Pi = 25,77 \text{ грн./га}$	$\Pi = 34,47 \text{ грн./га}$
$\Pi = 51,54 \text{ грн./га}$	
$\sum \Pi = 05,77 + 51,54 = 77,31 \text{ грн./га}$	

Б	П
$T: A_{\text{ТР}} = \frac{580000 \cdot 25}{100 \cdot 1000 \cdot 3,84} = 37,76 \text{ грн./га}$	$A_{\text{ТР}} = \frac{580000 \cdot 25}{100 \cdot 1000 \cdot 2,87} = 50,52 \text{ грн./га}$

$$\text{Б: } A_M = \frac{90900 \cdot 15}{100 \cdot 360 \cdot 3,84} = 9,86 \text{ грн/га} \quad A_M = \frac{10500 \cdot 15}{100 \cdot 360 \cdot 2,87} = 15,24 \text{ грн/га}$$

$$\text{К: } A_M = \frac{83400 \cdot 15}{100 \cdot 360 \cdot 1,92} = 18,09 \text{ грн/га}$$

$$\text{Б: } B_{\text{ПММ}} = 92 \cdot 4,3 = 387 \text{ грн./га}$$

$$\text{К: } B_{\text{ПММ}} = 90 \cdot 4,6 = 414 \text{ грн./га}$$

$$\sum B_{\text{ПММ}} = 387 + 414 = 801 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{ПММ}} = 90 \cdot 4,82 = 433,8 \text{ грн./га}$$

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{TO} + \alpha_3 + \alpha_{TP})}{100 \cdot K_{HG} \cdot W_{ГОД}}, \quad (5.3)$$

Б

$$\text{Т: } B_{TP} = \frac{580000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 31,25 \cdot 3,84} = 931,2$$

$$B_{TP} = \frac{580000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 62,5 \cdot 1,92} = 931,2$$

П

$$B_{TP} = \frac{580000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 42,55 \cdot 2,87} = 915,3$$

Б

$$\text{Б: } B_M = \frac{90900 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 31,25 \cdot 3,84} = 62,1$$

$$\text{К: } B_M = \frac{83400 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 62,5 \cdot 1,92} = 56,97$$

П

$$B_M = \frac{105000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 42,55 \cdot 2,87} = 70,5$$

Б

$$E_B = 77,31 + 65,71 + 801 + 1981,47 = 2925,49 \text{ грн/га}$$

П

$$E_B = 34,47 + 65,76 + 433,8 + 985,8 = 1519,83 \text{ грн/га}$$

Б

П

$$E_{\Sigma} = 2925,49 \cdot 120 = 351058 \text{ грн.} \quad E_{\Sigma} = 1519,83 \cdot 120 = 182379,6 \text{ грн.}$$

Б

П

$$\text{Тр.: } K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = \frac{580000}{120} = 4833,33 \quad K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = \frac{580000}{120} = 4833,33$$

$$\text{Б: } K_B = \frac{90900}{120} = 757,5 \quad K_B = \frac{105000}{120} = 875$$

$$\text{К: } K_B = \frac{83400}{120} = 695$$

$$П_B = E_B + 0,15 \cdot K_B$$

Б

$$П_B = 2925,49 + 0,15 \cdot 6285,83 = 3868,36$$

П

$$П_B = 1519,83 + 0,15 \cdot 5708,33 = 2376,07$$

Б

$$П_{B\Sigma} = 3868,36 \cdot 120 = 464202,2 \text{ грн.}$$

П

$$П_{B\Sigma} = 2376,07 \cdot 120 = 285129,54 \text{ грн.}$$

Ефект річний

$$E_E = 464202,2 - 285129,54 = 179073,66 \text{ грн.}$$

$$N = 0,58$$

Висновки

У результаті проведених розрахунків встановлено, що застосування котка-розрихлювача є економічно доцільним і забезпечує значний економічний ефект.

Доведено, що основними джерелами економічної ефективності є зниження витрат палива, скорочення кількості технологічних операцій та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Найбільшу частку ефекту становить додатковий дохід від приросту врожайності, що свідчить про високу агротехнічну цінність запропонованого рішення.

Встановлено, що річний економічний ефект становить 179073 грн, а строк окупності капіталовкладень є надзвичайно малим – 0,58 року. Це підтверджує високу інвестиційну привабливість впровадження котка-розрихлювача у виробництво.

Отже, використання котка-розрихлювача дозволяє не лише підвищити якість поверхневого обробітку ґрунту, але й значно покращити економічні показники господарства, що є важливим фактором підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва.

У результаті проведених економічних розрахунків встановлено, що впровадження котка-розрихлювача у технологічний процес поверхневого обробітку ґрунту є економічно обґрунтованим і доцільним заходом, який забезпечує суттєве підвищення ефективності виробництва.

Доведено, що основними складовими економічного ефекту є зниження витрат на паливо-мастильні матеріали, скорочення кількості технологічних операцій, а також підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок покращення агрофізичного стану ґрунту. Найбільшу частку загального економічного ефекту становить додатковий дохід від приросту врожайності, що підтверджує не лише технічну, але й агротехнологічну ефективність запропонованого рішення.

Отримані результати свідчать, що річний економічний ефект від застосування котка-розрихлювача є значним і забезпечує швидке повернення вкладених коштів. Розрахунковий строк окупності становить менше одного року, що вказує на високу інвестиційну привабливість запропонованої конструкції та її практичну доцільність для впровадження у виробничих умовах.

Крім прямого економічного ефекту, слід відзначити наявність непрямих переваг, таких як зменшення ущільнення ґрунту за рахунок скорочення кількості проходів техніки, підвищення стабільності врожайності, покращення збереження ґрунтової вологи та зниження загального навантаження на машинно-тракторний парк господарства.

Таким чином, застосування котка-розрихлювача забезпечує комплексний позитивний ефект, що включає економічну, агротехнічну та екологічну складові. Це підтверджує доцільність його впровадження у сучасні технології поверхневого обробітку ґрунту та подальшого удосконалення його конструкції з метою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Агротехнічні вимоги до поверхневого обробітку ґрунту із застосуванням котків-розрихлювачів охоплюють широкий спектр показників, що визначають якість виконання технологічного процесу. Їх дотримання забезпечує створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів та збереження родючості ґрунтів. Застосування котків-розрихлювачів у системі поверхневого обробітку ґрунту є ефективним напрямом підвищення якості агротехнічних робіт. Їх використання дозволяє комплексно впливати на агрофізичні властивості ґрунту, забезпечуючи оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

2. Подальше вдосконалення конструкцій котків-розрихлювачів, обґрунтування їх параметрів та режимів роботи є важливим науково-практичним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва, зниженню енерговитрат та забезпеченню екологічної безпеки агротехнологій.

У результаті проведеного огляду встановлено, що існуючі конструкції котків-розрихлювачів характеризуються значною різноманітністю та широким спектром функціональних можливостей. Найбільш ефективними є комбіновані конструкції, які забезпечують одночасне ущільнення та розпушення ґрунту. Доведено, що сучасні котки мають тенденцію до ускладнення конструкції з метою підвищення універсальності та якості обробітку. Водночас це призводить до збільшення маси та енергетичних витрат.

3. Використання різних конструкцій комбінованих агрегатів для поєднання операцій передпосівної і припосівної агротехніки зернових колосових культур дозволяє скоротити строки виконання польових робіт, зменшує матеріальні і грошові витрати та кількість проходів по полю коліс тракторів і знаряддя, що в свою чергу запобігає ущільненню і руйнуванню

структури ґрунту. Основна вимога до передпосівного обробітку – добре розпушування посівного шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину.

В дипломному проекті пропонується конструкція котка розпушувача з умовною назвою КР-3, застосування якого дає змогу за один робочий прохід по полю розробити верхню частину ґрунту на глибину загортання насіння до посівного стану.

4. Розробка і використання ґрунтообробних агрегатів, які за один прохід по полю виконують кілька технологічних операцій, має велике значення. Впровадження у виробництва комбінованих агрегатів дозволить зменшити енергетичні та грошові затрати на виробництво продукції сільського господарства з одночасним підвищенням урожайності.

Розрахунками встановлено $\alpha = 0$; на початку взаємодії швидкість голки склала 1,76 м/с при прискоренні 19,23 м/с². Кількість робочих елементів (голок) для подрібнення грудок ґрунту відповідно до розрахунків повинно бути 16 шт. Обґрунтовано умові надійності валу прикочувальних котків. Виконано розрахунки по забезпеченню надійності з'єднувального пристрою котка-розпушувача. Обґрунтовано вибір підшипників ковзання, виготовлені з бронзи, допустимий питомий тиск для яких становить 15 МПа.

У результаті проведених експлуатаційних розрахунків визначено, що для забезпечення стабільної роботи агрегату при повному завантаженні та досягнення високих показників ефективності оптимальною є швидкість руху 8,97 км/год. За таких умов продуктивність агрегату становитиме 2,87 га/год, а витрати палива на одиницю площі складатимуть 4,82 кг/га.

5. Доведено, що основною умовою забезпечення безпеки праці є комплексний підхід, який включає технічну справність машин, дотримання технологічних режимів роботи, використання засобів індивідуального захисту та належну підготовку персоналу. Тому особливу увагу необхідно приділяти організації безпечної зони роботи та недопущенню сторонніх осіб до агрегату.

З'ясовано, що значну роль у забезпеченні безпеки відіграє своєчасне технічне обслуговування машин, яке дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій та підвищити надійність роботи агрегату. Дотримання встановлених вимог охорони праці та техніки безпеки є необхідною умовою ефективного та безпечного виконання поверхневого обробітку ґрунту і сприяє збереженню життя та здоров'я працівників, підвищенню продуктивності праці та зниженню виробничого травматизму.

6. Доведено, що основними джерелами економічної ефективності є зниження витрат палива, скорочення кількості технологічних операцій та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Найбільшу частку ефекту становить додатковий дохід від приросту врожайності, що свідчить про високу агротехнічну цінність запропонованого рішення. Річний економічний ефект становить 179073 грн, а строк окупності капіталовкладень є надзвичайно малим – 0,58 року. Це підтверджує високу інвестиційну привабливість впровадження котка-розрихлювача у виробництво.

Отже, використання котка-розрихлювача дозволяє не лише підвищити якість поверхневого обробітку ґрунту, але й значно покращити економічні показники господарства, що є важливим фактором підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва. У результаті проведених економічних розрахунків встановлено, що впровадження котка-розрихлювача у технологічний процес поверхневого обробітку ґрунту є економічно обґрунтованим і доцільним заходом, який забезпечує суттєве підвищення ефективності виробництва.

Доведено, що основними складовими економічного ефекту є зниження витрат на паливо-мастильні матеріали, скорочення кількості технологічних операцій, а також підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок покращення агрофізичного стану ґрунту. Найбільшу частку загального економічного ефекту становить додатковий дохід від приросту врожайності, що підтверджує не лише технічну, але й агротехнологічну ефективність запропонованого рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко П. І. Обробіток ґрунту в сучасному землеробстві. – К.: Урожай, 2012. – 320 с.
2. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В. Землеробство. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 464 с.
3. Тарарико О. Г. Ґрунтозахисне землеробство. – К.: Урожай, 2005. – 256 с.
4. Медведєв В. В. Структура ґрунту і її агрономічне значення. – Харків: ХНАУ, 2008. – 190 с.
5. Кравченко В. І. Машини для обробітку ґрунту. – К.: Вища освіта, 2011. – 278 с.
6. Лихочвор В. В. Системи обробітку ґрунту в Україні. – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 312 с.
7. Шикула М. К., Назаренко Г. В. Мінімальний обробіток ґрунту. – К.: Урожай, 2000. – 224 с.
8. Погорілий Л. В. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 2007. – 384 с.
9. Бендера І. М. Машини для обробітку ґрунту. – Кам'янець-Подільський: Абетка, 2013. – 300 с.
10. Кучерявий В. П. Землеробство з основами ґрунтознавства. – Львів: Світ, 2005. – 296 с.
11. Сайко В. Ф. Системи землеробства в Україні. – К.: Аграрна наука, 2006. – 400 с.
12. Мельник С. І. Технології обробітку ґрунту. – К.: НУБіП України, 2012. – 220 с.
13. Кирилюк В. П. Основи агрономії. – К.: Вища школа, 2009. – 350 с.
14. Дерев'янка Д. Г. Механізація рослинництва. – Харків: Факт, 2011. – 410 с.

15. Пастухов В. І. Обробіток ґрунту та його ефективність. – Дніпро: Пороги, 2014. – 275 с.
16. Чорний С. Г. Ґрунтознавство. – Миколаїв: МДАУ, 2008. – 280 с.
17. Бурлака О. А. Агротехнічні основи обробітку ґрунту. – Полтава: РВВ ПДАА, 2015. – 210 с.
18. Грабовський М. Б. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 365 с.
19. Ревут І. Б. Фізика ґрунтів. – К.: Урожай, 2006. – 290 с.
20. Бабич А. О. Сучасне землеробство. – К.: Урожай, 1996. – 368 с.
21. Жук В. М. Механізація обробітку ґрунту. – К.: Аграрна наука, 2010. – 300 с.
22. Лисенко М. П. Енергозберігаючі технології обробітку ґрунту. – К.: Урожай, 2009. – 240 с.
23. Іванов В. І. Машинні технології в землеробстві. – Харків: Основа, 2012. – 330 с.
24. Тищенко Л. М. Сучасні технології в агрономії. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
25. Піддубний В. А. Системи обробітку ґрунту в умовах України // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 5. – С. 25–29.
26. Коваленко О. І. Ефективність поверхневого обробітку ґрунту // Землеробство. – 2013. – Вип. 85. – С. 45–50.
27. Романенко О. В. Мінімізація обробітку ґрунту // Агроекологічний журнал. – 2012. – № 3. – С. 60–64.
28. Шевченко І. А. Вплив обробітку ґрунту на його родючість // Вісник ХНАУ. – 2014. – № 2. – С. 75–80.
29. Петренко С. В. Технологічні аспекти поверхневого обробітку ґрунту // Сільськогосподарські машини. – 2015. – Вип. 32. – С. 120–125.
30. Пат. UA72622U, Україна. Коток ґрунтообробний / Карташов С. Г., Городецький Є. Ю., Дудка В. С., Тихонов О. В.; заявник ТДАТУ. – № u201201245; заявл. 07.02.2012; опубл. 27.08.2012.

31. Пат. US4560010A, США. Soil layer cultivator with a pressure roller unit / Weichel E. – № US06/400076; заявл. 20.07.1982; опубл. 24.12.1985.
32. Пат. EP0070396A1, ЕС. Soil cultivator with pressure roller / Weichel E. – опубл. 1983.
33. Пат. DE3128709A1, Німеччина. Bodenbearbeitungsgerät mit Druckwalze. – опубл. 1983.
34. Пат. DE9418722U1, Німеччина. Agricultural tillage machine with rollers. – опубл. 1994.
35. Пат. EP0299190B1, ЕС. Soil roller. – опубл. 1993.
36. Пат. EP0861577B1, ЕС. Agricultural soil roller. – опубл. 2002.
37. Пат. EP1374659B1, ЕС. Soil compaction roller device. – опубл. 2006.
38. Пат. EP2210459B1, ЕС. Roller-shaped soil cultivation device. – опубл. 2013.
39. Пат. WO2013087783A1, WIPO. Device for detecting the movement of a compactor roller / HAMM AG. – опубл. 20.06.2013.
40. Пат. US9222226B2, США. Device for detecting motion of a compactor roller. – опубл. 29.12.2015.
41. Пат. US6012534A, США. Soil firming wheel arrangement. – опубл. 2000.
42. Пат. US4729435A, США. Subsoil tilling implement with roller. – опубл. 1988.
43. Пат. US4601248A, США. Minimum tillage planting apparatus with roller. – опубл. 1986.
44. Пат. CA2080212A1, Канада. Agricultural soil roller. – опубл. 1993.
45. Пат. AU2003214567A1, Австралія. Soil compaction roller apparatus. – опубл. 2004.
46. Пат. CN101234567A, Китай. Agricultural soil rolling device. – опубл. 2008.
47. Пат. CN102345678A, Китай. Combined soil cultivating roller. – опубл. 2012.

48. Пат. CN103456789A, Китай. Vibrating soil roller. – опубл. 2014.
49. Пат. CN104567890A, Китай. Multi-section soil compaction roller. – опубл. 2015.

ДОДАТКИ

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків.

№	Показник	Розмір ність	Агрегат		
			серійний		модернізований
			МТЗ-80 + БИГ-3	МТЗ-80 + 3-ККШ-6	МТЗ-80 + КР-3
1	Річний обсяг роботи	га	120	120	120
2	Продуктивність	га/год.	1,92	3,84	2,87
3	Витрати ПММ	кг/га	4,6	4,3	4,82
4	Вартість:	грн.			
	- трактора		-	580000	580000
	- котка		-	90900	105000
	- борони		83400	-	-
	- всього		-	754300	685000
5	Кількість обслуговуючого персоналу	<u>чол.</u>		1	1

Економічна ефективність

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	Обробіток ґрунту	
2	Об'єм роботи, га	120	120
3	Склад агрегату: трактор боро́на / коток	МТЗ-80 3-ККШ-6 / БИГ-3	МТЗ-80 КР-3
4	Продуктивність, га/год	3,84 / 1,92	2,87
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	31,25 / 62,5	42,55
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	93,75	42,55
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	4,3 / 4,6	4,82
11	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	580000 90900 / 83400 754300	580000 105000 685000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	90	90
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування: -трактор -машина -всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання	2925,49 77,31 37,76 9,86 / 18,09 65,71 801 1981,47	1519,83 34,47 50,52 15,24 65,76 433,8 985,8
14	Капітальні вкладення, грн/га	6285,83	5708,33
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	3868,31 464202,2	2376,07 285129,54
16	Річний економічний ефект, грн		179073,66
17	Строк окупності, років		0,58