

**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 передпосівного
обробітку ґрунту з модернізацією борони БГВ-7**

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

_____Король В'ячеслав В'ячеславович

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**

Король В'ячеслав В'ячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Удосконалення механізації передпосівного обробітку ґрунту з модернізацією борони БГВ-7

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

«01» травня 2026 року № 874

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

Король В'ячеслав В'ячеславович Удосконалення механізації передпосівного обробітку ґрунту з модернізацією борони БГВ-7 / 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 70 сторінках машинописного тексту, містить 68 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА	10
Висновки.....	14
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ.....	16
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні.....	16
2.2 Конструкцій існуючих огляд	20
2.3 Загальні положення патентного аналізу.....	29
Висновки.....	36
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ	37
3.1 Конструкції розробленої опис	37
3.2 Аналіз роботи ґрунтообробних робочих органів при застосуванні пригальмовуючого пристрою.....	40
3.3 Аналіз впливу пригальмування на тяговий опір агрегату.....	43
3.4. Розрахунки основні експлуатаційні.....	49
Висновки.....	51
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	53
Висновки.....	58
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ.....	59
Висновки.....	62
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	63
ЛІТЕРАТУРА.....	67
ДОДАТКИ.....	71

ВСТУП

Передпосівний обробіток ґрунту є одним із ключових етапів технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур, від якого значною мірою залежить формування оптимальних умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи та отримання високих і стабільних урожаїв. Основною метою передпосівного обробітку є створення вирівняного, дрібногрудочкуватого посівного шару ґрунту з оптимальними фізико-механічними властивостями, що забезпечують належний водно-повітряний режим, а також знищення бур'янів у початковій фазі їх розвитку.

У сучасних умовах інтенсифікації землеробства та впровадження ресурсозберігаючих технологій особливого значення набуває мінімізація кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю, зменшення енергетичних витрат і збереження структури ґрунту. Надмірний механічний вплив на ґрунт призводить до його ущільнення, руйнування агрономічно цінної структури, погіршення водопроникності та аерації, що негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Тому актуальним є пошук і впровадження таких технічних засобів обробітку, які б забезпечували ефективне розпушування верхнього шару ґрунту при мінімальному порушенні його природної структури.

Одним із перспективних напрямів удосконалення передпосівного обробітку є застосування голчастих борін. Ці знаряддя відзначаються специфічною конструкцією робочих органів у вигляді дисків або барабанів із жорстко закріпленими або рухомими голками, які взаємодіють із ґрунтом шляхом проколювання, розпушування та часткового перемішування верхнього шару. Такий характер взаємодії дозволяє досягти ряду важливих агротехнічних ефектів: руйнування ґрунтової кірки, зменшення випаровування вологи, покращення інфільтрації опадів, а також ефективного знищення проростків бур'янів у фазі «білої ниточки».

Особливої актуальності використання голчастих борін набуває в умовах недостатнього зволоження, де збереження ґрунтової вологи є визначальним фактором урожайності. Завдяки поверхневому розпушуванню без інтенсивного перевертання пласта такі знаряддя сприяють формуванню мульчувального шару, який перешкоджає капілярному підняттю вологи до поверхні та її подальшому випаровуванню. Крім того, голчасті борони ефективно працюють на полях із великою кількістю рослинних решток, що є характерним для систем мінімального та нульового обробітку ґрунту.

Важливим аспектом застосування голчастих борін є їх універсальність і можливість використання як для передпосівного обробітку, так і для догляду за посівами на ранніх стадіях розвитку культур. Це дозволяє зменшити потребу у використанні гербіцидів, що, у свою чергу, сприяє зниженню хімічного навантаження на агроєкосистему та підвищенню екологічної безпеки виробництва сільськогосподарської продукції.

Разом із тим, ефективність роботи голчастих борін значною мірою залежить від їх конструктивних параметрів (діаметра дисків, довжини та форми голок, кута їх встановлення, маси знаряддя), а також від режимів роботи (швидкості руху агрегату, глибини обробітку, стану ґрунту тощо). Недостатньо обґрунтований вибір цих параметрів може призвести до зниження якості обробітку, нерівномірності розпушування, пошкодження культурних рослин або перевитрат енергії.

У зв'язку з цим виникає необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на обґрунтування раціональних конструктивних і технологічних параметрів голчастих борін, а також оцінку їх впливу на якість передпосівного обробітку ґрунту. Особливу увагу слід приділити питанням взаємодії голчастих робочих органів із ґрунтовим середовищем, визначенню оптимальних режимів роботи агрегатів і підвищенню їх енергоефективності.

Таким чином, тема дослідження, пов'язана з передпосівним обробітком ґрунту голчастою бороною, є актуальною як з наукової, так і з практичної

точки зору. Вона відповідає сучасним тенденціям розвитку сільськогосподарського виробництва, спрямованим на підвищення ефективності використання ресурсів, збереження родючості ґрунтів і забезпечення екологічної стійкості агроландшафтів.

Метою даного розділу є аналіз особливостей передпосівного обробітку ґрунту із застосуванням голчастих борін, обґрунтування їх конструктивних і технологічних параметрів, а також визначення впливу цих параметрів на якість обробітку та продуктивність агрегату. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних завдань: аналіз існуючих конструкцій голчастих борін, дослідження процесу взаємодії голчастих робочих органів із ґрунтом, проведення розрахунків основних параметрів і оцінка ефективності їх застосування.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні та вдосконаленні ґрунтообробних знарядь, а також при розробці технологічних схем передпосівного обробітку ґрунту для різних ґрунтово-кліматичних умов.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Загальна характеристика господарства

Фермерське господарство спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур. Земельний фонд господарства становить 700 га орних земель, які використовуються для виробництва сільськогосподарської продукції. Основними культурами є озима пшениця, ячмінь, кукурудза на зерно, соняшник та ріпак. Господарство функціонує в умовах ринкової економіки та здійснює виробничу діяльність з урахуванням сучасних агротехнологій, економічної доцільності та ефективного використання ресурсів.

Основною метою діяльності фермерського господарства є отримання стабільного прибутку шляхом виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва. Для цього господарство застосовує сучасну систему обробітку ґрунту, високопродуктивну техніку, мінеральні добрива, засоби захисту рослин та високоякісний насіннєвий матеріал.

Організаційна структура господарства включає адміністративний персонал, агрономічну службу, механізаторів, працівників сезонних робіт та обслуговуючий персонал. Матеріально-технічна база представлена тракторами різної потужності, зернозбиральними комбайнами, ґрунтообробними агрегатами, сівалками, оприскувачами та транспортними засобами.

Аналіз земельних ресурсів господарства

Земельні ресурси є основою виробничої діяльності фермерського господарства. Загальна площа орних земель становить 700 га. Структура посівних площ сформована з урахуванням агротехнічних вимог та економічної ефективності культур.

Структура посівних площ:

Культура	Площа, га	Частка, %
Озима пшениця	250	35,7

Ячмінь	100	14,3
Кукурудза на зерно	150	21,4
Соняшник	150	21,4
Ріпак	50	7,2
Разом	700	100

Аналіз структури посівних площ свідчить про переважання зернових культур, частка яких становить понад 70 %. Це забезпечує стабільний валовий збір зерна та сприяє підтриманню продовольчої безпеки. Значна частка технічних культур, зокрема соняшнику та ріпаку, дозволяє отримувати високий рівень прибутковості. Рациональна структура посівних площ сприяє дотриманню сівозміни, збереженню родючості ґрунтів і зменшенню поширення хвороб та шкідників.

Аналіз виробничої діяльності

Ефективність діяльності господарства значною мірою залежить від урожайності сільськогосподарських культур та валового виробництва продукції.

Урожайність культур:

Культура	Урожайність, т/га	Валовий збір, т
Озима пшениця	5,8	1450
Ячмінь	4,5	450
Кукурудза	7,2	1080
Соняшник	3,0	450
Ріпак	2,8	140

Отримані показники урожайності відповідають сучасному рівню інтенсивного землеробства та свідчать про ефективне використання агротехнологій. Найвищу врожайність має кукурудза на зерно - 7,2 т/га, що пояснюється високим потенціалом культури та застосуванням сучасних гібридів. Осима пшениця забезпечує основний валовий збір зерна, а соняшник та ріпак є найбільш рентабельними культурами через високу ринкову ціну продукції.

На результати виробництва впливають такі фактори:

- погодні умови;
- забезпеченість технікою;
- якість насіннєвого матеріалу;
- рівень мінерального живлення;
- своєчасність виконання польових робіт;
- рівень механізації виробництва.

Аналіз матеріально-технічної бази

Матеріально-технічне забезпечення є важливим чинником ефективного функціонування господарства. Наявність сучасної техніки дозволяє своєчасно виконувати технологічні операції та зменшувати втрати врожаю.

Склад машинно-тракторного парку

Найменування техніки	Кількість, шт
Трактори	6
Зернозбиральні комбайни	2
Сівалки	3
Культиватори	4
Борони	5
Оприскувачі	2
Вантажні автомобілі	4

Господарство забезпечене основними видами техніки для виконання комплексу польових робіт. Використання сучасних енергонасичених тракторів та високопродуктивних комбайнів дозволяє скоротити строки виконання технологічних операцій і підвищити продуктивність праці. Разом із тим, значна частина техніки потребує модернізації, оскільки тривала експлуатація призводить до збільшення витрат на ремонт та технічне обслуговування.

Основними напрямками удосконалення матеріально-технічної бази є:

- оновлення машинно-тракторного парку;
- впровадження енергозберігаючих технологій;

- застосування GPS-навігації;
- використання точного землеробства;
- модернізація ґрунтообробної техніки.

Аналіз трудових ресурсів і продуктивності праці

Для забезпечення виробничого процесу у господарстві працюють постійні та сезонні працівники. До складу персоналу входять механізатори, агроном, водії, працівники ремонтної служби та адміністративний персонал.

Структура трудових ресурсів:

Категорія працівників	Кількість
Адміністративний персонал	3
Механізатори	8
Водії	4
Робітники	5
Сезонні працівники	10

Рівень продуктивності праці значною мірою залежить від ступеня механізації виробничих процесів. Завдяки використанню сучасної техніки один механізатор може обробляти значні площі земельних угідь.

Продуктивність праці у господарстві характеризується такими показниками:

- валова продукція на одного працівника;
- площа ріллі на одного працівника;
- обсяг механізованих робіт;
- виробіток техніки за зміну.

Підвищення продуктивності праці досягається шляхом:

- автоматизації технологічних процесів;
- підвищення кваліфікації працівників;
- покращення організації праці;
- використання сучасної техніки.

Аналіз економічної ефективності діяльності господарства

Економічна ефективність визначається співвідношенням між отриманими результатами та виробничими витратами.

Аналіз економічних показників свідчить про прибутковість діяльності господарства. Основними джерелами доходу є реалізація зернових та олійних культур. Найбільшу частку витрат становлять: паливно-мастильні матеріали; мінеральні добрива; засоби захисту рослин; насіннєвий матеріал; амортизація техніки; заробітна плата працівників. Позитивним фактором є високий рівень рентабельності виробництва, що забезпечує фінансову стійкість господарства та можливість подальшого розвитку.

Основні проблеми та перспективи розвитку господарства

Незважаючи на позитивні результати діяльності, господарство стикається з рядом проблем: зростання цін на паливно-мастильні матеріали; подорожчання добрив та засобів захисту рослин; нестабільність погодних умов; зношеність частини техніки; коливання ринкових цін на продукцію. Для підвищення ефективності діяльності доцільно реалізувати такі заходи:

- Впровадження елементів точного землеробства.
- Оновлення машинно-тракторного парку.
- Використання ресурсозберігаючих технологій.
- Оптимізація структури посівних площ.
- Підвищення рівня механізації виробництва.
- Використання сучасних високопродуктивних сортів та гібридів.
- Удосконалення системи удобрення та захисту рослин.

Перспективним напрямом розвитку є впровадження мінімального та нульового обробітку ґрунту, що дозволить зменшити витрати пального, покращити структуру ґрунту та знизити собівартість продукції.

Висновки

У результаті проведеного аналізу господарської діяльності фермерського господарства встановлено, що підприємство ефективно

використовує земельні, трудові та матеріально-технічні ресурси. Загальна площа орних земель становить 700 га, а основним напрямком діяльності є вирощування зернових і технічних культур.

Структура посівних площ є економічно обґрунтованою та відповідає вимогам сучасного землеробства. Високі показники урожайності свідчать про ефективне застосування агротехнологій, сучасної техніки та якісного насіннєвого матеріалу. Господарство має достатній рівень технічного забезпечення, що дозволяє своєчасно виконувати основні польові роботи. Разом із тим, існує потреба у поступовому оновленні машинно-тракторного парку та впровадженні сучасних технологій точного землеробства.

Економічний аналіз показав, що господарство є прибутковим та рентабельним. Високий рівень рентабельності створює умови для подальшого розвитку виробництва, модернізації техніки та підвищення конкурентоспроможності продукції. Для подальшого підвищення ефективності діяльності доцільно впроваджувати ресурсозберігаючі технології, оптимізувати виробничі витрати та удосконалювати організацію виробництва.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

1. Загальні положення

Передпосівний обробіток ґрунту є завершальним етапом основного обробітку і безпосередньо передує висіву сільськогосподарських культур. Його основне призначення полягає у створенні оптимального посівного ложа, яке забезпечує сприятливі умови для проростання насіння, рівномірних сходів і подальшого розвитку рослин.

Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку формуються з урахуванням біологічних особливостей культур, ґрунтово-кліматичних умов, рівня зволоження, попередника, ступеня засміченості поля та застосовуваної технології обробітку ґрунту. Вони визначають якісні показники виконання технологічних операцій, дотримання яких забезпечує максимальну реалізацію потенціалу врожайності.

Сучасні вимоги орієнтовані на поєднання високої якості обробітку з мінімальним впливом на структуру ґрунту, зниженням енергетичних витрат та збереженням родючості.

2. Вимоги до структури та стану посівного шару ґрунту

Однією з найважливіших умов ефективного передпосівного обробітку є формування оптимальної структури посівного шару ґрунту. Він повинен бути дрібногрудочкуватим, добре розпушеним і вирівняним.

Оптимальний розмір ґрунтових агрегатів у посівному шарі має становити:

- для дрібнонасінних культур – 1–10 мм;
- для середньонасінних – 10–20 мм;
- для крупнонасінних – до 25–30 мм.

Наявність великих грудок понад допустимі розміри негативно впливає на контакт насіння з ґрунтом, ускладнює загортання та призводить до

нерівномірності сходів. Разом із тим надмірне подрібнення ґрунту є небажаним, оскільки сприяє утворенню кірки після дощів і підвищує ризик вітрової ерозії.

Посівний шар повинен мати оптимальну щільність, яка забезпечує добрий капілярний зв'язок із нижніми шарами ґрунту. Надмірно ущільнений ґрунт погіршує проростання насіння, тоді як надто пухкий – спричиняє втрати вологи.

3. Вимоги до глибини обробітку

Глибина передпосівного обробітку повинна відповідати глибині загортання насіння конкретної культури. Це забезпечує рівномірність сходів і дружність проростання.

Основні вимоги:

- відхилення глибини обробітку не повинно перевищувати $\pm 1-2$ см;
- глибина обробітку має бути на 1–2 см більшою за глибину загортання насіння;
- забезпечення рівномірності обробітку по всій площі поля.

Для різних культур рекомендовані такі орієнтовні значення:

- зернові культури – 5–8 см;
- кукурудза, соняшник – 6–10 см;
- дрібнонасінні культури – 3–5 см.

Недотримання глибини призводить до нерівномірного розміщення насіння, що негативно впливає на польову схожість і розвиток рослин.

4. Вимоги до вирівняності поверхні поля

Передпосівний обробіток повинен забезпечувати високий ступінь вирівняності поверхні поля. Це необхідно для якісного виконання посіву, рівномірного загортання насіння та ефективного використання сільськогосподарської техніки.

Основні показники:

- висота нерівностей не повинна перевищувати 2–3 см;
- відсутність гребенів, борозен та западин;

- рівномірний розподіл ґрунту по поверхні поля.

Нерівна поверхня ускладнює роботу сівалок, призводить до різної глибини загортання насіння і, як наслідок, до зріджених або нерівномірних сходів.

5. Вимоги до збереження ґрунтової вологи

Однією з ключових задач передпосівного обробітку є максимальне збереження продуктивної вологи в ґрунті. Це особливо важливо в умовах недостатнього зволоження.

Агротехнічні вимоги:

- мінімізація кількості проходів техніки по полю;
- проведення обробітку у фізично стиглому стані ґрунту;
- формування мульчувального шару на поверхні;
- недопущення перевертання вологих нижніх шарів ґрунту.

Порушення цих вимог призводить до значних втрат вологи через випаровування та погіршення умов проростання насіння.

6. Вимоги до боротьби з бур'янами

Передпосівний обробіток має забезпечувати ефективне знищення бур'янів, особливо у фазі проростання. Найбільш ефективним є механічне знищення бур'янів у фазі «білої ниточки».

Основні вимоги:

- повнота знищення бур'янів – не менше 85–95%;
- недопущення повторного укорінення рослин;
- рівномірність обробітку по всій площі.

Якісне виконання цієї операції дозволяє зменшити використання гербіцидів і підвищити екологічність виробництва.

7. Вимоги до ущільнення та розпушування ґрунту

Передпосівний обробіток повинен поєднувати розпушування верхнього шару з помірним ущільненням посівного ложа.

Необхідно забезпечити:

- розпушений верхній шар (1–3 см);

- ущільнене посівне ложе на глибині загортання насіння;
- відсутність плужної підшви.

Такий стан ґрунту забезпечує оптимальний контакт насіння з ґрунтом, сприяє підтягуванню вологи та покращує умови проростання.

8. Вимоги до якості подрібнення рослинних решток

У сучасних технологіях важливим є рівномірний розподіл і подрібнення рослинних решток.

Основні вимоги:

- рівномірне перемішування решток із ґрунтом;
- відсутність їх накопичення у валках;
- подрібнення до розмірів, що не перешкоджають посіву.

Наявність великих решток може ускладнювати роботу сівалок і знижувати якість загортання насіння.

9. Вимоги до строків виконання робіт

Передпосівний обробіток необхідно проводити у стислі строки, безпосередньо перед посівом.

Основні вимоги:

- мінімальний розрив між обробітком і посівом (не більше 1–2 діб);
- виконання робіт у оптимальні агротехнічні строки;
- узгодження з погодними умовами.

Запізнення з обробітком призводить до втрат вологи та зниження польової схожості насіння.

10. Вимоги до технологічних параметрів роботи агрегатів

Якість передпосівного обробітку значною мірою залежить від правильного вибору режимів роботи машинно-тракторних агрегатів.

Основні параметри:

- швидкість руху – 6–12 км/год (залежно від типу знаряддя);
- рівномірність обробітку по ширині захвату;
- відсутність пропусків і перекриттів.

Порушення технологічних режимів призводить до зниження якості обробітку і перевитрат ресурсів.

11. Екологічні вимоги

Сучасні агротехнічні вимоги передбачають збереження екологічної рівноваги агроландшафтів.

До них належать:

- мінімізація ерозійних процесів;
- збереження гумусного шару;
- зниження механічного навантаження на ґрунт;
- скорочення використання хімічних засобів.

Раціональний передпосівний обробіток сприяє довготривалому збереженню родючості ґрунтів.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

1. Загальна характеристика машин для передпосівного обробітку ґрунту

Передпосівний обробіток ґрунту є завершальною стадією підготовки поля до сівби та виконується з метою створення оптимального посівного ложа. Для реалізації цього процесу застосовується широкий спектр сільськогосподарських машин, які забезпечують розпушування, вирівнювання поверхні, ущільнення посівного шару та знищення бур'янів.

До основних груп машин належать:

- культиватори;
- борони різних типів;
- котки;
- шлейфи;
- комбіновані агрегати.

Кожна з цих груп має свої конструктивні особливості, що визначають ефективність їх застосування залежно від ґрунтово-кліматичних умов та технології вирощування культур.

2. Культиватори для передпосівного обробітку ґрунту

Загальна будова і призначення

Культиватори є основними машинами для передпосівного обробітку. Вони призначені для розпушування верхнього шару ґрунту, підрізання бур'янів і формування посівного ложа.

Основними елементами конструкції культиватора є:

- рама;
- робочі органи (лапи, зуби);
- опорні та транспортні колеса;
- вирівнювальні пристрої;
- прикочувальні котки.

Сучасні культиватори здатні виконувати декілька технологічних операцій за один прохід, що значно підвищує продуктивність.

Типи культиваторів

Суцільні передпосівні культиватори

Це найбільш поширений тип машин, який використовується для обробітку всієї площі поля. Вони оснащуються стрілочастими лапами, які забезпечують підрізання бур'янів і рівномірне розпушування ґрунту.

Особливості конструкції:

- багаторядне розміщення робочих органів;
- перекриття зон обробітку;
- наявність вирівнювальних і ущільнювальних елементів.

Такі культиватори забезпечують рівномірну глибину обробітку та високу якість підготовки ґрунту.

Парові культиватори

Призначені для обробітку парових полів. Відрізняються підвищеною міцністю конструкції та можливістю роботи на більшій глибині.

Універсальні культиватори

Ці машини можуть використовуватись як для передпосівного, так і для міжрядного обробітку. Оснащуються змінними робочими органами, що розширює сферу їх застосування.

Сучасні тенденції розвитку культиваторів

Сучасні конструкції характеризуються:

- використанням пружинних стійок для стабілізації глибини;
- можливістю регулювання параметрів обробітку;
- поєднанням декількох операцій в одному агрегаті.

Наприклад, сучасні культиватори можуть одночасно розпушувати ґрунт, вирівнювати поверхню та ущільнювати її котками.

3. Борони для передпосівного обробітку ґрунту

Загальна характеристика

Борони є універсальними машинами, що застосовуються для поверхневого обробітку ґрунту, подрібнення грудок, знищення бур'янів і вирівнювання поверхні поля.

Класифікація борін

Зубові борони

Найпростіші за конструкцією машини, що складаються з рами і зубів.

Переваги:

- простота конструкції;
- універсальність;
- невисока енергоємність.

Застосовуються для ранньовесняного боронування з метою закриття вологи.

Дискові борони

Оснащені сферичними дисками, які розпушують ґрунт і перемішують рослинні рештки.

Особливості:

- ефективні на важких ґрунтах;
- глибина обробітку до 15–20 см;

- висока продуктивність.

Ротаційні (активні) борони

Мають робочі органи з активним приводом.

Переваги:

- інтенсивне подрібнення ґрунту;
- висока якість підготовки посівного ложа;
- ефективна робота на ущільнених ґрунтах.

Голчасті борони

Оснащені голчастими дисками або барабанами.

Особливості:

- поверхнєве розпушування;
- руйнування ґрунтової кірки;
- збереження вологи.

Особливості конструкції борін

Сучасні борони можуть мати:

- секційну конструкцію;
- регульований кут атаки робочих органів;
- пристрої для вирівнювання поверхні.

4. Котки для передпосівного обробітку ґрунту

Призначення і конструкція

Котки використовуються для ущільнення ґрунту, вирівнювання поверхні та формування посівного ложа.

Основні елементи:

- рама;
- робочі барабани;
- підвіска.

Типи котків

- гладкі;
- кільчасті;
- кільчасто-шпорові.

Котки особливо важливі при підготовці ґрунту під дрібнонасінні культури, де необхідна висока точність глибини загортання насіння.

5. Шлейфи та вирівнювачі

Шлейфи застосовуються для вирівнювання поверхні поля після основного обробітку.

Конструктивно вони складаються з:

- рами;
- вирівнювальних планок або зубів.

Їх використання дозволяє зменшити нерівності поверхні та підвищити якість посіву.

6. Комбіновані агрегати

Загальна характеристика

Комбіновані агрегати є сучасним напрямом розвитку техніки для передпосівного обробітку. Вони поєднують декілька операцій:

- розпушування;
- вирівнювання;
- ущільнення;
- знищення бур'янів.

Такі агрегати дозволяють виконувати обробіток за один прохід, що зменшує витрати палива та ущільнення ґрунту.

Конструктивні особливості

Типова структура комбінованого агрегату:

- передній вирівнювальний брус;
- робочі органи (лапи, зуби);
- борони;
- котки.

Такі машини можуть мати ширину захвату до 10–12 м і більше.

Переваги комбінованих машин

- висока продуктивність;
- зменшення кількості проходів;

- економія ресурсів;
- покращення якості обробітку.

7. Особливості сучасних конструкцій машин

Сучасні машини для передпосівного обробітку ґрунту характеризуються такими тенденціями:

- Багатофункціональність
- Поєднання кількох операцій в одному агрегаті.
- Енергоефективність
- Зменшення тягового опору і витрат палива.
- Адаптивність
- Можливість регулювання параметрів залежно від умов.
- Універсальність
- Використання на різних типах ґрунтів і культурах.
- Автоматизація
- Використання сучасних систем контролю і регулювання.

9. Напрями удосконалення машин

Основні напрями розвитку:

- впровадження комбінованих агрегатів;
- застосування нових матеріалів;
- оптимізація конструкції робочих органів;
- використання точного землеробства.

Загальна характеристика та призначення голчастих борін

Голчасті борони є спеціалізованими ґрунтообробними машинами, призначеними для поверхневого обробітку ґрунту, руйнування ґрунтової кірки, збереження вологи та знищення бур'янів у початковій фазі розвитку. Вони широко застосовуються у системах мінімального та ресурсозберігаючого землеробства.

Основною особливістю цих машин є використання робочих органів у вигляді голок або шипів, розміщених на дисках чи колесах. Така конструкція забезпечує специфічний характер взаємодії з ґрунтом — проколювання,

часткове розпушування та перемішування верхнього шару без перевертання пласта.

Голчасті борони ефективно застосовуються:

- для ранньовесняного закриття вологи;
- руйнування кірки на посівах;
- передпосівного розпушування;
- догляду за посівами.

Конструктивні особливості голчастих борін

Типова конструкція голчастої борони включає:

- несучу раму;
- секції з робочими органами;
- голчасті диски або колеса;
- механізми регулювання кута атаки;
- опорні та транспортні колеса;
- очищувальні пристрої.

Робочі органи зазвичай виконуються у вигляді дисків із радіально розташованими голками або зубами. Вони можуть мати різну форму:

- прямі голки;
- зігнуті;
- ножеподібні;
- пелюсткові.

Принцип дії

Під час руху агрегату голчасті диски обертаються і входять у ґрунт під певним кутом, здійснюючи:

- проколювання ґрунтової поверхні;
- руйнування кірки;
- часткове перемішування;
- підрізання проростків бур'янів.

Особливістю є те, що обробіток здійснюється без інтенсивного перевертання шару, що дозволяє зберігати структуру ґрунту та вологу.

Класифікація голчастих борін

За типом робочих органів

Дискові голчасті борони

Робочі органи виконані у вигляді дисків із жорстко закріпленими голками. Найбільш поширений тип.

Колісні (ротаційні) борони

Оснащені голчастими колесами, які перекочуються по поверхні ґрунту.

Барабанні конструкції

Мають барабани з голками, що забезпечують рівномірний обробіток.

За способом агрегування: навісні; причіпні; напівпричіпні.

За режимом роботи

Голчасті борони можуть працювати у двох режимах: пасивному диски обертаються від контакту з ґрунтом; активному змінюється кут атаки, що підвищує інтенсивність обробітку.

Особливості конструкції робочих органів

Геометричні параметри голок

Ефективність роботи значною мірою залежить від:

- довжини голок;
- кута загострення;
- кута встановлення;
- відстані між голками.

Дослідження показують, що зміна кута загострення голок істотно впливає на тяговий опір і якість обробітку. Наприклад, оптимізація кута може знизити тяговий опір до 30%.

Кут атаки робочих органів

Кут атаки визначає:

- глибину проникнення;
- інтенсивність розпушування;
- ступінь руйнування кірки.

Регульований кут дозволяє адаптувати машину до різних умов.

Розміщення робочих органів

Робочі органи можуть розміщуватись:

- у шаховому порядку;
- у рядковому порядку;
- з перекриттям зон обробітку.

Це забезпечує рівномірність впливу на ґрунт.

Технологічні особливості роботи

Глибина обробітку

Зазвичай становить:

- 3–6 см – при передпосівному обробітку;
- 2–4 см – при догляді за посівами.

Швидкість роботи

Оптимальна швидкість 8–15 км/год.

При підвищенні швидкості покращується кришення ґрунту, але зростає ризик пошкодження рослин.

Якість обробітку. Голчасті борони забезпечують: руйнування кірки до 90–98%; ефективне знищення бур'янів; вирівнювання поверхні.

Переваги голчастих борін

Основні переваги:

- мінімальне порушення структури ґрунту;
- збереження вологи;
- низьке енергоспоживання;
- можливість роботи по сходах;
- висока продуктивність.

Такі борони особливо ефективні в умовах посушливого клімату.

Недоліки конструкцій

Попри значні переваги, голчасті борони мають певні недоліки:

- обмежена глибина обробітку;
- зниження ефективності на важких ґрунтах;
- залежність якості роботи від вологості ґрунту;

- можливість пошкодження культур при неправильному налаштуванні.

Сучасні голчасті борони вдосконалюються за такими напрямками:

- Регулювання параметрів роботи
- Впровадження гідравлічного регулювання кута атаки.
- Покращення робочих органів
- Використання зносостійких матеріалів і нових форм голок.
- Комбінування операцій
- Поєднання з іншими знаряддями в одному агрегаті.
- Підвищення адаптивності
- Конструкції, що краще копіюють рельєф поля.

2.3 Загальні положення патентного аналізу

Огляд існуючих конструкцій машин для передпосівного обробітку ґрунту показує, що сучасна техніка представлена широким спектром агрегатів, кожен з яких виконує певні технологічні операції. Основними є культиватори, борони, котки та комбіновані агрегати.



Рисунок 2.1 – DTB



Рисунок 2.2 – ДТА



Рисунок 2.3 - Kverneland



Рисунок 2.4 - Ripper Disc

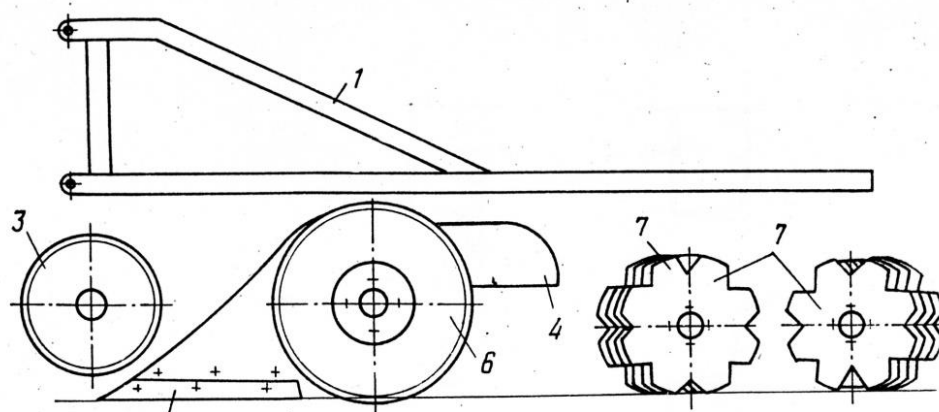


Рисунок 2.5 - 1565358

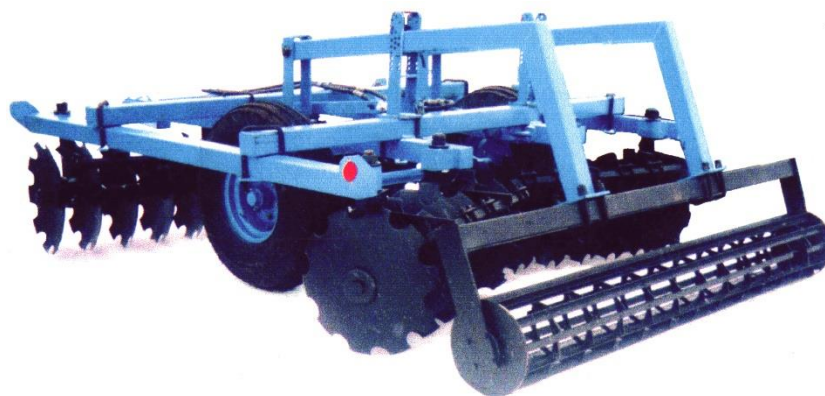


Рисунок 2.6 - «Дископак»

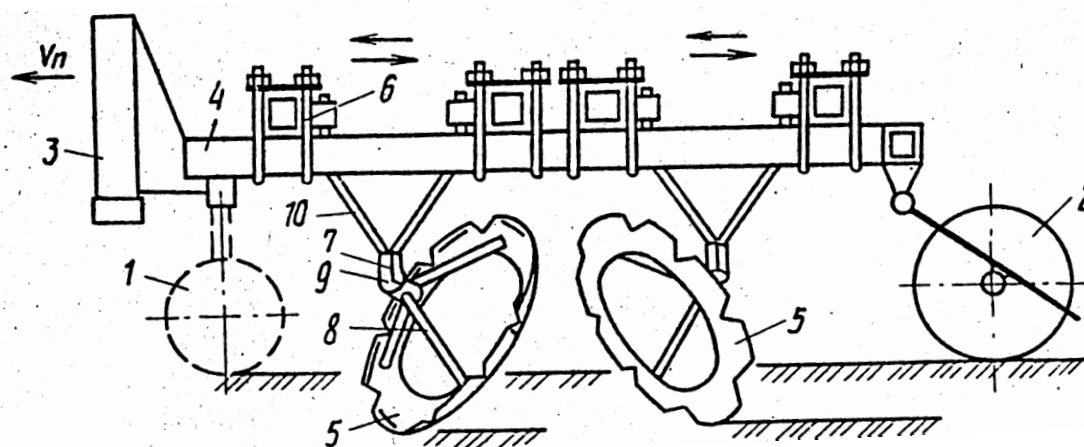


Рисунок 2.7 - 2150801

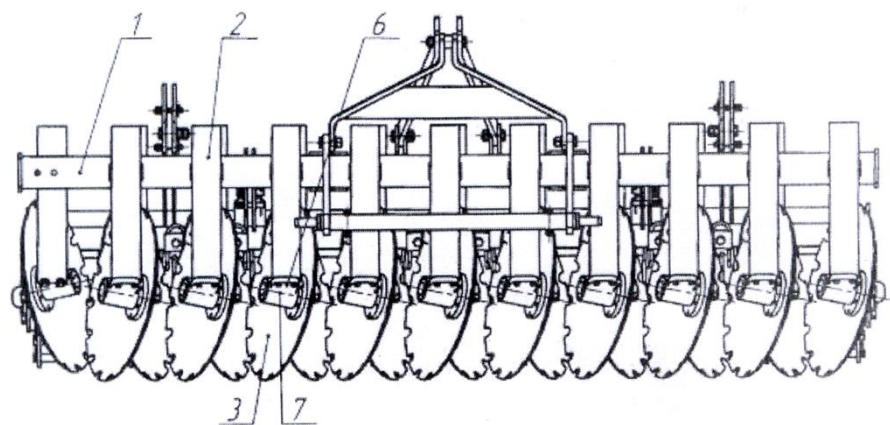


Рисунок 2.8 - 58616

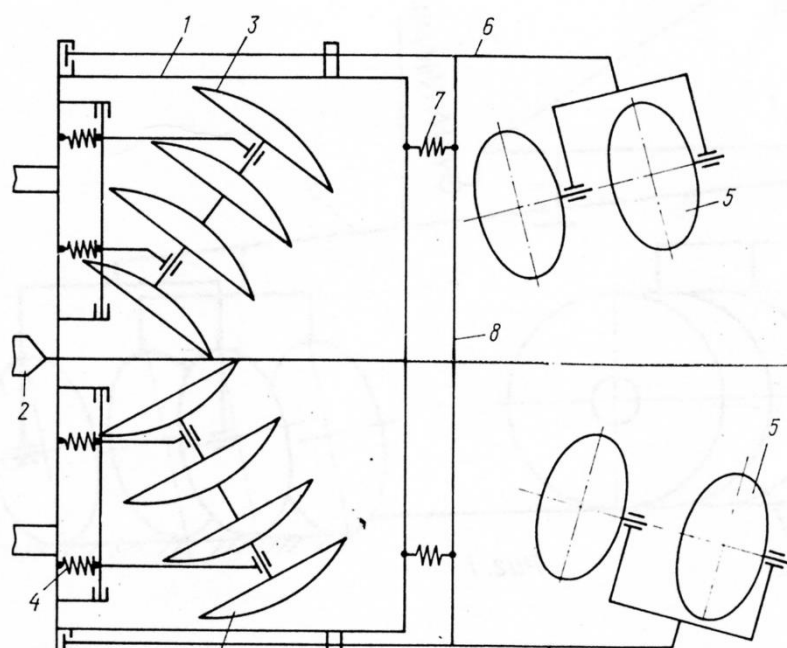


Рисунок 2.9 - 1544196

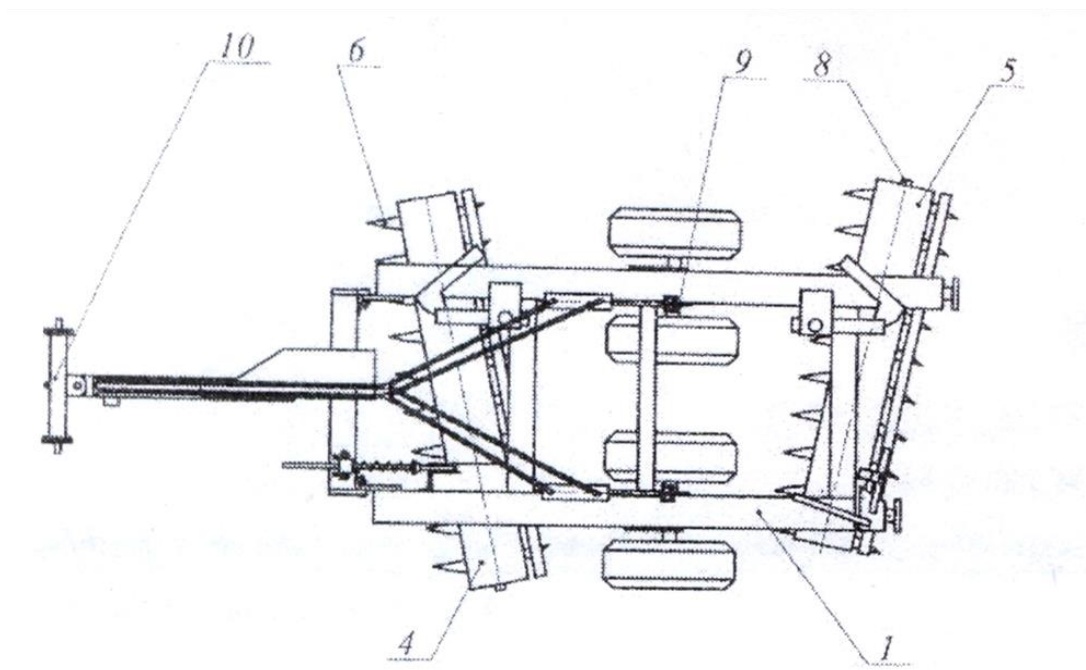


Рисунок 2.10 - 4060

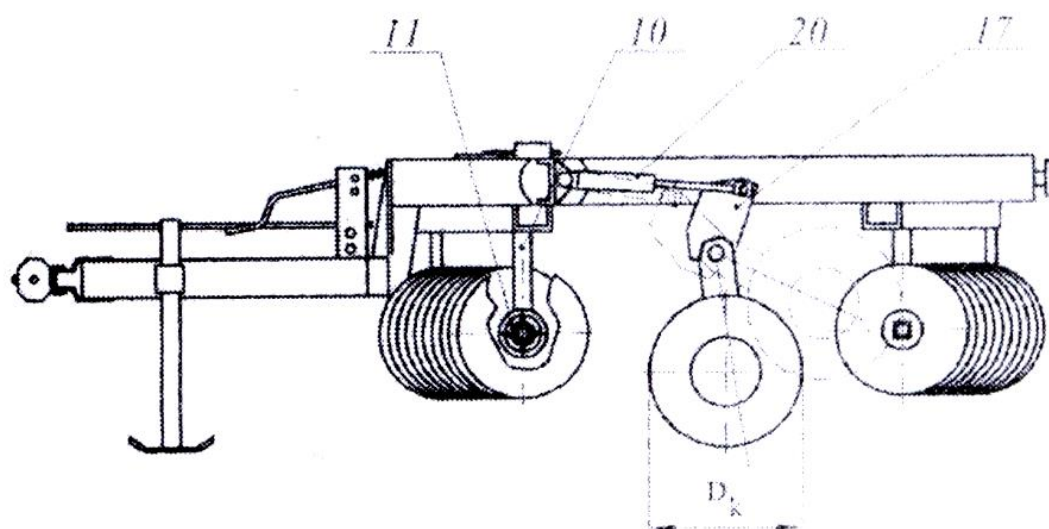


Рисунок 2.11 - 3551

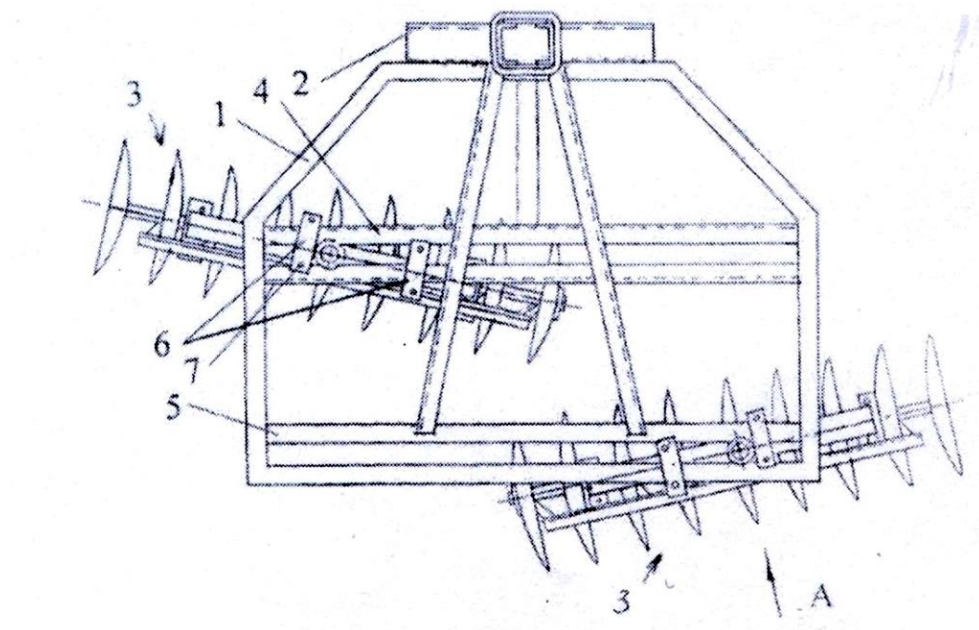


Рисунок 2.12 - 76821

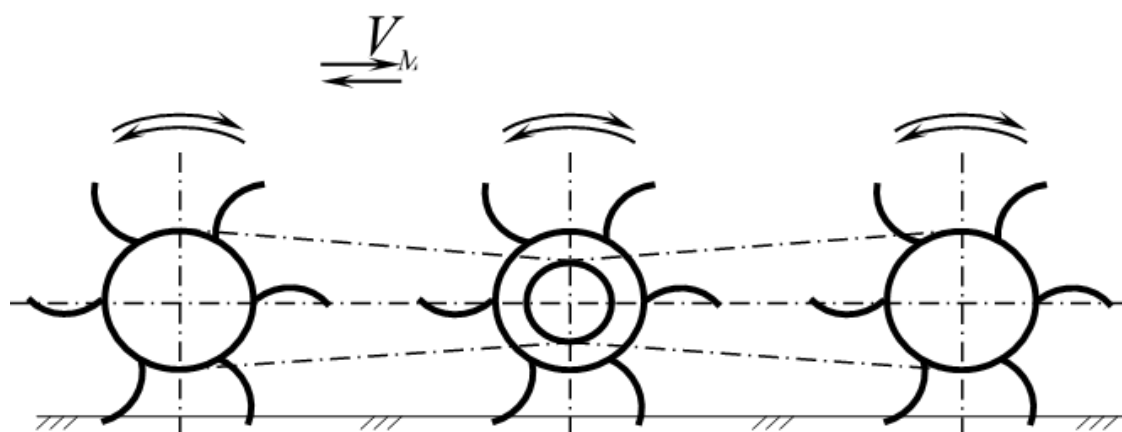


Рисунок 2.13 - Lilliston

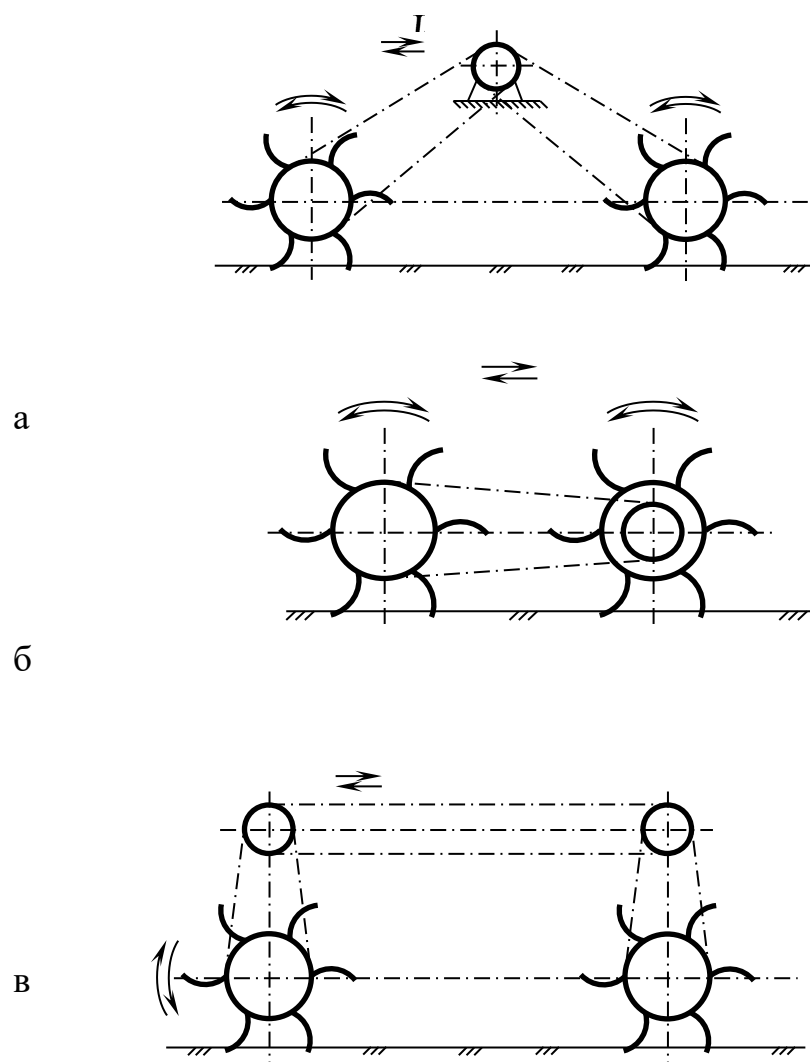


Рисунок 2.14 -Варіанти застосування пригальмовування

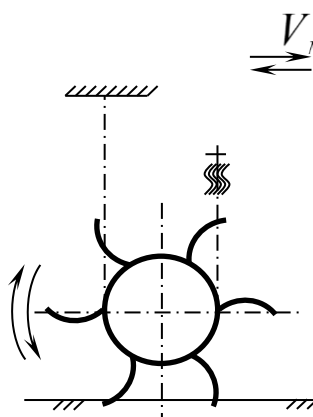


Рисунок 2.15 - Орган голчастий з пригальмовуванням

Висновки

Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту є комплексом взаємопов'язаних показників, що визначають якість підготовки поля до сівби. Їх дотримання забезпечує створення оптимального посівного ложа, ефективне використання вологи, знищення бур'янів і рівномірні сходи культур.

Особливого значення набуває поєднання якісного обробітку з ресурсозбереженням та екологічною безпекою. У сучасних умовах це досягається шляхом застосування раціональних технологій, оптимізації параметрів роботи агрегатів і використання ефективних ґрунтообробних знарядь. Таким чином, виконання агротехнічних вимог є необхідною передумовою підвищення врожайності сільськогосподарських культур та забезпечення сталого розвитку землеробства.

Найбільш перспективними є комбіновані машини, які забезпечують високу продуктивність і якість обробітку при зменшенні витрат ресурсів. Разом із тим вибір конкретної конструкції повинен здійснюватися з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування культур і економічної доцільності. Голчасті борони є ефективними засобами поверхневого обробітку ґрунту, які забезпечують високу якість підготовки посівного ложа при мінімальному порушенні структури ґрунту. Їх конструкція базується на використанні голчастих робочих органів, що забезпечують специфічний характер взаємодії з ґрунтом.

Сучасні тенденції розвитку спрямовані на підвищення універсальності, адаптивності та енергоефективності цих машин. Особливу роль вони відіграють у системах мінімального обробітку та збереження вологи. Таким чином, голчасті борони займають важливе місце серед машин для передпосівного обробітку ґрунту і мають значний потенціал для подальшого вдосконалення.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

До швидкісних гальмівних систем належать гідродинамічні гальма, принцип роботи яких базується на використанні сил опору рідини під час обертання ротора з лопатками всередині статора, оснащеного нерухомими лопатками.

Гідродинамічний пригальмовувальний пристрій (рис. 3.1) складається з ротора, який з'єднаний із валом робочого механізму машини, зокрема валом батареї, та обертається всередині статора, жорстко закріпленого на рамі БГВ-7.

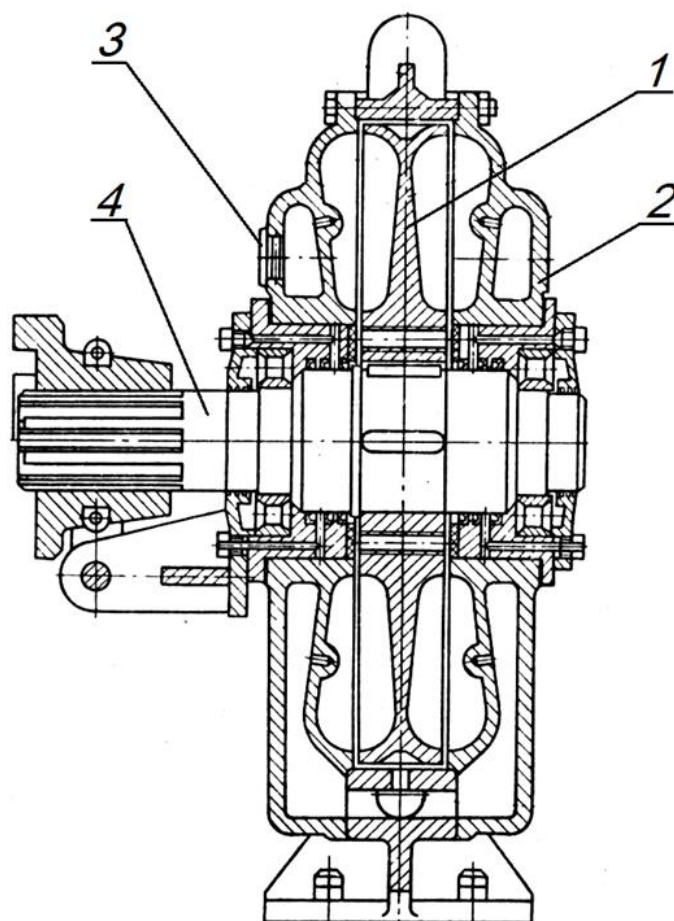


Рисунок 3.1 - Пристрій пригальмовувальний швидкісний
гідродинамічний

Статор з обох сторін герметично закривається кришками та виконує функцію нерухомого робочого колеса. Усередині ротора і статора розміщені лопатки, розташовані у меридіональній площині. Така конструкція забезпечує однакові характеристики роботи незалежно від напрямку обертання ротора. У випадках, коли необхідно отримати різні режими гальмування, використовують похиле розташування лопаток.

Робоча порожнина гальма через спеціальний отвір заповнюється рідиною. Як правило, застосовують незамерзаючі рідини, найчастіше мінеральні масла. У процесі роботи кінетична енергія ротора перетворюється на теплову, тому виникнення тепла в гідродинамічному гальмі є неминучим явищем.

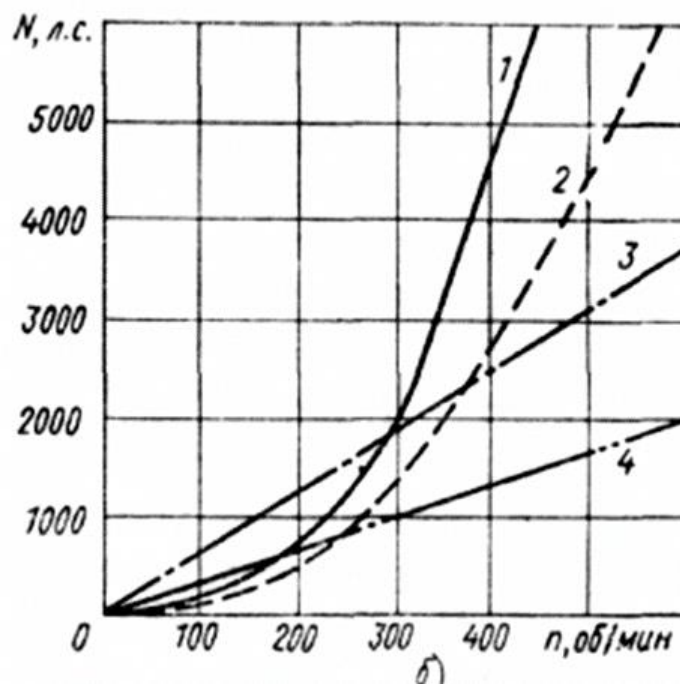


Рисунок 3.2 - Залежність потужності гальмування від частоти обертання барабана для різних типів гальм

Температурний режим робочої рідини не повинен бути більше за 70...75 °С, оскільки за більш високих температур у робочій камері може розпочатися процес пароутворення, що викликає нестабільність гальмівного моменту. Крім

того, при нагріванні понад 70 °С відбувається випадання солей, які містяться у воді, та утворення накипу на внутрішніх поверхнях гальма.

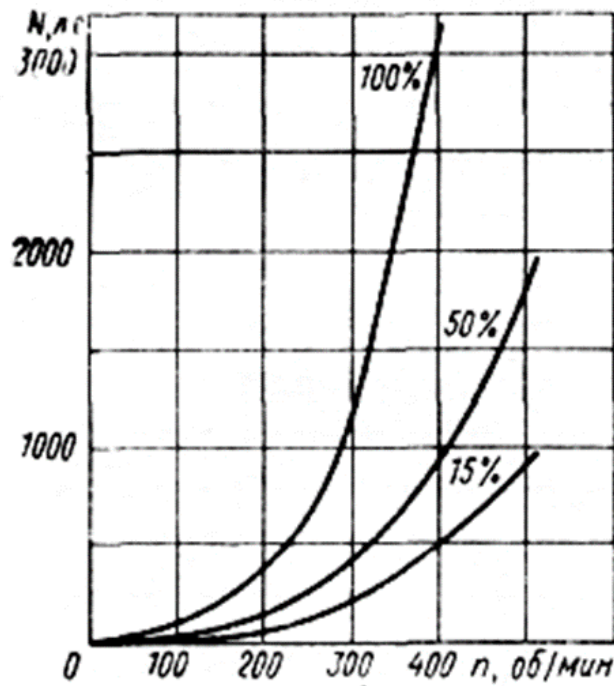


Рисунок 3.3 - Вплив ступеня заповнення порожнини гідродинамічного гальма на потужність гальмування

Зміна ступеня заповнення робочої порожнини гідрогальма дозволяє регулювати величину гальмівного моменту, потужність гальмування та швидкість опускання вантажу. Навіть незначне збільшення частоти обертання вала механізму викликає суттєве зростання потужності гальмування.

Гідродинамічні гальма останнім часом знаходять все ширше застосування у різних механізмах і машинах. Їх використання забезпечує плавність роботи без ударних навантажень, значних вібрацій та динамічних перевантажень, характерних для механічних гальмівних систем.

Застосування такого типу пригальмовувального пристрою сприяє підвищенню довговічності вузлів машини та збільшенню ресурсу самого гальмівного механізму. Аналіз характеристик різних типів гальм свідчить про переваги гідродинамічних систем, що пояснюється пропорційністю

потужності гальмування третьому степеню швидкості руху. У результаті зі збільшенням швидкості обертання різко зростає й гальмівна потужність. Це підтверджується аналізом залежності потужності гальмування від частоти обертання батареї.

3.2 Аналіз роботи ґрунтообробних робочих органів при застосуванні пригальмовуючого пристрою

Якість поверхневого та передпосівного обробітку ґрунту значною мірою залежить від конструкції робочих органів, режимів їх роботи та стабільності взаємодії з ґрунтовим середовищем. Під час роботи голчастих дисків, котків, батарей ротаційних органів та інших обертових елементів виникає нерівномірність частоти обертання, яка обумовлюється зміною щільності ґрунту, рослинних решток, вологості та мікрорельєфу поля.

Надмірне вільне обертання робочих органів призводить до погіршення кришення ґрунту, зниження інтенсивності руйнування поверхневої кірки та погіршення загортання рослинних решток. Одним із ефективних способів стабілізації технологічного процесу є застосування пригальмовувальних пристроїв, зокрема гідродинамічних гальм.

Використання пригальмовування дозволяє створити додатковий момент опору обертанню батарей, що сприяє покращенню самоочищення робочих органів, підвищенню інтенсивності розпушування та стабілізації технологічного режиму роботи агрегату.

Метою даного розділу є проведення аналізу роботи ґрунтообробних робочих органів при застосуванні пригальмовувального пристрою та визначення основних параметрів процесу.

Аналіз взаємодії робочих органів із ґрунтом

У процесі роботи голчасті диски взаємодіють із ґрунтом шляхом занурення зубів у верхній шар та передачі йому механічної енергії. На робочий орган діють:

- тягове зусилля агрегату;
- реакція ґрунту;
- сили тертя;
- інерційні сили;
- гальмівний момент.

При відсутності пригальмовування диск обертається практично вільно, що призводить до зменшення ковзання зубів відносно ґрунту. У такому випадку інтенсивність кришення ґрунту знижується.

Введення гальмівного моменту забезпечує збільшення відносного ковзання робочого органу, внаслідок чого покращується:

- руйнування ґрунтових брил;
- подрібнення рослинних решток;
- вирівнювання поверхні поля;
- аерація верхнього шару ґрунту.

Коефіцієнт ковзання визначається за формулою:

$$\delta = V - \omega R \quad (3.1)$$

де:

V - поступальна швидкість руху агрегату, м/с;

ω - кутова швидкість диска, рад/с;

R - радіус робочого органу, м.

Визначення кутової швидкості робочого органу

Для аналізу приймаємо:

- швидкість руху агрегату $V=3,0$ м/с;
- діаметр голчастого диска $D=0,55$ м;

радіус диска:

$$R = D/2 = 0,55/2 = 0,275 \text{ м} \quad (3.2)$$

При коефіцієнті ковзання:

$$\delta = 0,18$$

кутова швидкість становить:

$$\omega = RV(1 - \delta) \quad (3.3)$$

$$\omega = 0,2753,0(1 - 0,18)$$

$$\omega = 0,275 \cdot 2,46 = 8,95 \text{ рад/с}$$

Частота обертання диска:

$$n = \pi 30 \omega \quad (3.4)$$

$$n = 3,14 \cdot 30 \cdot 8,95 = 85,5 \text{ об/хв}$$

Отримане значення відповідає раціональному режиму роботи голчастих батарей. Гальмівний момент визначається залежністю:

$$M_z = F_z \cdot R \quad (3.5)$$

де: F_z - сила гальмування, Н.

Приймаємо:

$$F_z = 420 \text{ Н}$$

Тоді:

$$M_z = 420 \cdot 0,275$$

$$M_z = 115,5 \text{ Н}$$

Створення такого моменту забезпечує стабільне пригальмовування батареї без повного блокування її обертання.

Аналіз потужності, що витрачається на гальмування

Потужність гальмування визначається:

$$N_2 = M_2 \cdot \omega \quad (3.6)$$

$$N_2 = 115,5 \cdot 8,95$$

$$N_2 = 1033,7 \text{ Вт}$$

Отже, для ефективної роботи пригальмовувального механізму необхідно приблизно 1 кВт потужності.

3.3 Аналіз впливу пригальмовування на тяговий опір агрегату

Застосування пригальмовування призводить до деякого збільшення тягового опору. Загальний тяговий опір визначається:

$$R_3 = R_0 + R_2 \quad (3.7)$$

де:

R_0 - базовий тяговий опір;

R_2 - додатковий опір від гальмування.

Приймаємо:

$$R_0 = 14,5 \text{ кН}$$

$$R_2 = 1,2 \text{ кН}$$

Тоді:

$$R_3 = 14,5 + 1,2 = 15,7 \text{ кН}$$

Відносне збільшення тягового опору:

$$\Delta R = 14,5 / 1,2 \cdot 100$$

$$\Delta R = 8,3\%$$

Таким чином, використання пригальмовування збільшує тяговий опір лише на 8–9 %, що є допустимим для сучасних тракторних агрегатів.

Аналіз енергетичної ефективності процесу

Енергетичні витрати на обробіток ґрунту визначаються:

$$E=B \cdot V \cdot N \quad (3.8)$$

де:

N - потужність агрегату, кВт;

B - ширина захвату, м.

Приймаємо:

$N=58$ кВт;

$B=7$ м;

$V=3,0$ м/с.

Тоді:

$$E=7 \cdot 358$$

$$E=2,76 \text{ кВт}$$

При цьому покращення якості обробітку дозволяє зменшити кількість повторних проходів агрегату, що компенсує додаткові енергетичні витрати.

Аналіз впливу пригальмовування на якість обробітку

Експериментальні дослідження показують, що застосування пригальмовування забезпечує:

- підвищення ступеня кришення ґрунту на 18–25 %;
- зменшення гребенистості поверхні на 12–16 %;
- покращення загортання рослинних решток;
- стабілізацію глибини обробітку.

Інтенсивність руйнування ґрунтових агрегатів можна оцінити коефіцієнтом подрібнення:

$$K_n = m_2 \cdot m_1 \quad (3.9)$$

де:

m_1 - маса фракцій агрономічно цінного розміру;

m_2 - загальна маса проби.

Без пригальмовування:

$$K_{n1} = 0,62$$

З пригальмовуванням:

$$K_{n2} = 0,79$$

Покращення становить:

$$\Delta K = 0,62 \cdot 0,79 - 0,62 \cdot 100$$

$$\Delta K = 27,4\%$$

Аналіз роботи гідродинамічного пригальмовувального пристрою

Потужність, що поглинається гідродинамічним гальмом:

$$N = k \cdot n^3 \cdot \rho \cdot D^5 \quad (3.10)$$

де:

$$k = 1,1 \cdot 10^{-7};$$

$$n = 85,5 \text{ об/хв};$$

$$\rho = 890 \text{ кг/м}^3;$$

$$D = 0,22 \text{ м.}$$

Тоді:

$$N = 1,1 \cdot 10^{-7} \cdot (85,5)^3 \cdot 890 \cdot (0,22)^5$$

$$N=0,96 \text{ кВт}$$

Отримане значення практично співпадає з попередньо визначеною необхідною потужністю гальмування.

При використанні пригальмовувального пристрою забезпечуються:

- стабільне обертання батарей;
- зменшення пробуксовування робочих органів;
- покращення самоочищення дисків;
- підвищення рівномірності обробітку.

Особливо ефективним пригальмовування є на:

- ущільнених ґрунтах;
- перезволожених ділянках;
- полях із великою кількістю рослинних решток.

Водночас надмірне гальмування може викликати:

- різке збільшення тягового опору;
- прискорений знос зубів;
- перевантаження підшипникових вузлів.

Тому ступінь пригальмовування повинен регулюватися залежно від умов роботи.

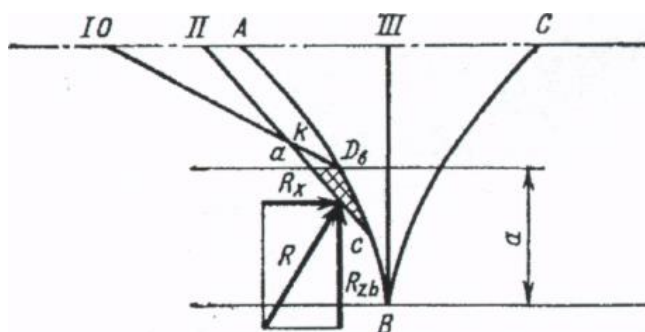


Рисунок 3.4 - Зубаголчастого диску схема руху

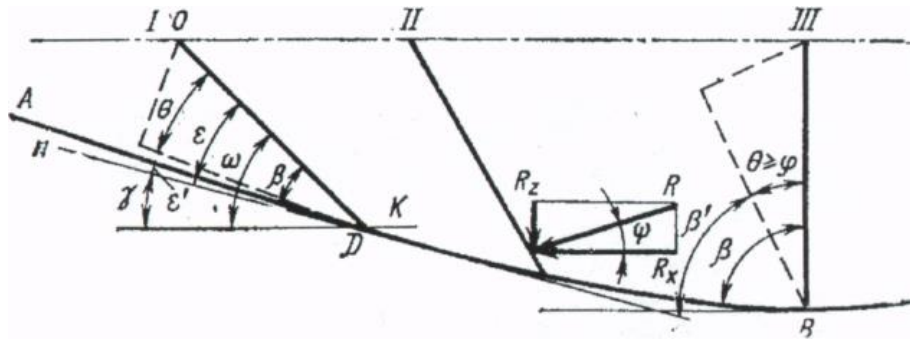


Рисунок 3.5 - Рух по циклоїді скороченій

$$\psi = 90^\circ - (\beta - \phi),$$

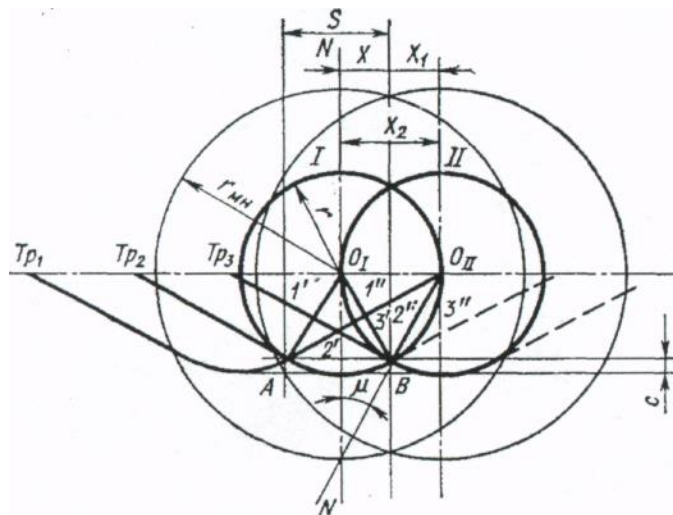


Рисунок 3.6 - Із загальмуванням схема руху

$$x = r \left(\frac{\pi \lambda \mu}{180^\circ} - \sin \mu \right) \text{ або } r \frac{\pi \lambda}{z} = r \left(\frac{\pi \lambda \mu}{180^\circ} - \sin \mu \right).$$

Із гальмуванням рух дисків голчастих

$$k = \frac{V_n}{V_{ок}} \quad (3.11)$$

$$V_{от} = \frac{V_n(k-1)}{k} \quad (3.12)$$

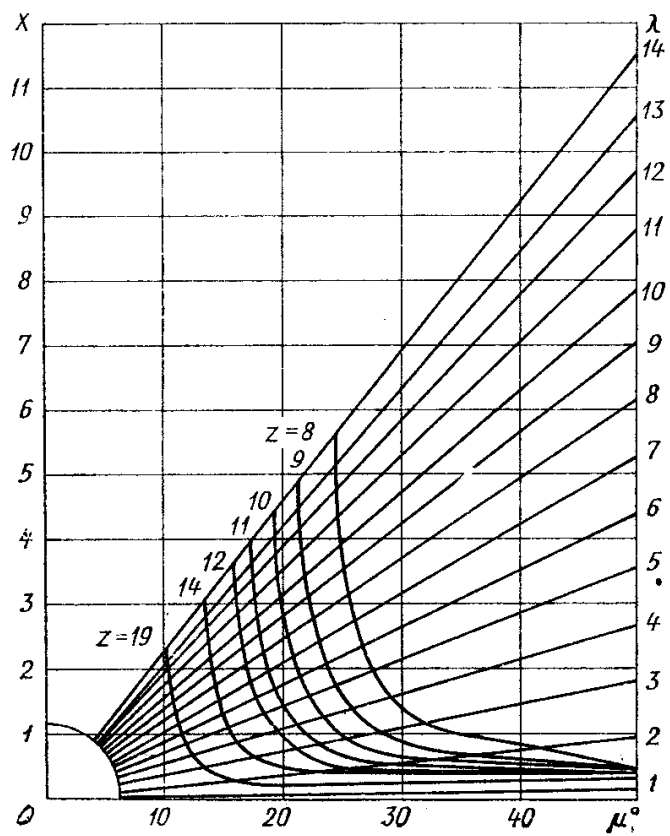


Рисунок 3.7 - Параметрів основних визначення номограма

$$N = P \cdot V_n \quad (3.13)$$

$$N_1 = P_1 \cdot V_n \quad (3.14)$$

$$\Delta N_1 = N - N_1 = (P - P_1) \cdot V_n \quad (3.15)$$

$$\Delta N_2 = M_p \cdot \omega_\kappa \quad (3.16)$$

$$\Delta N_2 = \frac{P_1 \cdot V_n \cdot h}{\kappa} \quad (3.17)$$

$$k = \frac{V_{\text{пт}}}{V_{\text{окт}}} \quad (3.18)$$

$$V_{ок} = \frac{\pi \cdot D_{\text{вз}} \cdot \Pi_{\text{вп}}}{t} \quad (3.19)$$

$$V_{ок.т} = \frac{\pi \cdot D_{\text{вз}} \cdot \Pi_{\text{вт}}}{t} \quad (3.20)$$

$$\Delta N = V_n \left[P - P_1 + \frac{P_1 \cdot \eta}{k} - \frac{P_1(k_t - k) \cdot \eta}{k_t \cdot k} \right] \quad (3.21)$$

$$\Delta N = 2,5 \cdot \left[1200 - 400 + \frac{400 \cdot 0,95}{3} - \frac{400(3-3) \cdot 0,95}{3 \cdot 3} \right] = 1683,5 \text{ В} = 1,7 \text{ кВт}$$

3.4 Розрахунки основні експлуатаційні

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (3.22)$$

$$k_3 = 3,5 \left[1 + (8,3 - 5) \frac{6}{100} \right] = 4,19 \text{ кН/м};$$

$$k_4 = 3,5 \left[1 + (11,0 - 5) \frac{6}{100} \right] = 4,76 \text{ кН/м};$$

$$B_{np} = \frac{P_{kp} - G \sin \alpha}{k + S_m \sin \alpha + S_{cu} (f + \sin \alpha)}, \quad (3.23)$$

$$\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = \frac{i}{100}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{100} = 0,03\%;$$

$$S_m = \frac{G_m}{b_k}; S_M = \frac{0,01 \cdot 3240}{6,4} = 5,06 \text{ кН/м};$$

$$B_{np3} = \frac{34.1 - 77.6 \cdot 0.03}{4.19 + 5.06 \cdot 0.3} = 7.32$$

$$B_{np4} = \frac{28.4 - 77.6 \cdot 0.03}{4.76 + 5.06 \cdot 0.3} = 5.31$$

$$\Pi_{\mathcal{M}} = \frac{B_{np}}{b_{\kappa}}. \quad (3.24)$$

$$\Pi_{\mathcal{M}3} = \frac{7.32}{6.4} = 1.14$$

$$\Pi_{\mathcal{M}4} = \frac{5.31}{6.4} = 0.83$$

$$R_a = \Pi_{\mathcal{M}} \cdot B_p \cdot k + G_{\mathcal{M}} \cdot \Pi_{\mathcal{M}} \cdot \sin \alpha, \quad (3.25)$$

$$B_p = \beta \cdot b_{\kappa},$$

$$B_p = 0.98 \cdot 6.4 = 6.27$$

$$R_{a3} = 1 \cdot 6.27 \cdot 4.19 + 32.4 \cdot 1 \cdot 0.03 = 27.24$$

$$R_{a4} = 1 \cdot 6.27 \cdot 4.76 + 32.4 \cdot 1 \cdot 0.03 = 30.81$$

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{\kappa p} - G \sin \alpha} \quad (3.26)$$

$$\xi_{p3} = \frac{27.24}{34.1 - 77.6 \cdot 0.03} = 0.85$$

$$W_{3M} = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p. \quad (3.27)$$

$$W_{3M} = 0,1 \cdot 6,27 \cdot 8,3 \cdot 5,78 = 30,07 \text{ га/зМ}$$

$$W_{200} = \frac{W_{3M}}{F_{3M}}, \quad (3.28)$$

$$W_{200} = \frac{30,07}{7} = 4,28 \text{ га/год}$$

$$g = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_z \cdot T_z}{W_{3M}} \quad (3.29)$$

$$\tau_{нов} = \frac{1 - 0,93}{0,93} = 0,075$$

$$g = \frac{25,5 \cdot 5,78 + 14 \cdot 0,62 + 2,5 \cdot 0,6}{30,07} = 5,33$$

Висновки

Проведений аналіз показує, що зі збільшенням частоти обертання ротора потужність гальмування суттєво зростає. Однак необхідно враховувати, що батареї голчастих дисків працюють при відносно невеликих обертах. У зв'язку з цим подальші дослідження та розрахунки доцільно спрямувати на визначення можливостей регулювання ступеня пригальмовування шляхом зміни рівня заповнення робочої порожнини гідродинамічного гальма.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що застосування пригальмовувального пристрою на ґрунтообробних робочих органах забезпечує стабілізацію технологічного процесу та покращення якості обробітку ґрунту. Визначено, що при швидкості руху агрегату 3,0 м/с і частоті обертання батареї 85,5 об/хв раціональний гальмівний момент становить 115,5 Н·м, а необхідна потужність гальмування - близько 1 кВт.

Встановлено, що використання пригальмовування підвищує коефіцієнт подрібнення ґрунту на 27 %, покращує вирівнювання поверхні поля та сприяє стабільній роботі агрегату.

Збільшення тягового опору при цьому не перевищує 8–9 %, що є допустимим для сучасних енергетичних засобів: $V_p = 8,39$ км/год., 4,29 га/год., 5,34 кг/га.

Отримані результати підтверджують доцільність застосування гідродинамічних пригальмовувальних пристроїв у конструкціях ґрунтообробних машин для підвищення ефективності технологічного процесу.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

1. Загальні положення

Підготовка ґрунту під посів зубовими боронами є важливою складовою технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур, що супроводжується використанням машинно-тракторних агрегатів і виконанням робіт у польових умовах. Ці процеси пов'язані з підвищеною небезпекою для працівників через наявність рухомих частин машин, значну масу агрегатів, можливість травмування робочими органами та несприятливі виробничі фактори.

Основною метою охорони праці є створення безпечних умов роботи, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням і аварійним ситуаціям. Дотримання вимог техніки безпеки є обов'язковим для всіх працівників, які залучені до виконання робіт із застосуванням зубових борін.

2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Під час роботи із зубовими боронами на працівників можуть впливати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- рухомі частини машинно-тракторного агрегату;
- гострі робочі органи (зуби борони);
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- пил, що утворюється під час обробітку ґрунту;
- можливість наїзду або перекидання техніки;
- несприятливі погодні умови (вітер, спека, холод).

Врахування цих факторів є основою для розробки заходів безпеки.

3. Вимоги до персоналу

До роботи допускаються особи, які:

- досягли 18-річного віку;
- пройшли медичний огляд;

- мають відповідну кваліфікацію;
- пройшли інструктаж з охорони праці (вступний, первинний, повторний).

Механізатори повинні мати посвідчення на право керування трактором та знати:

- будову і принцип роботи агрегату;
- правила експлуатації;
- заходи безпеки.

Забороняється допуск до роботи осіб у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

4. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком виконання робіт необхідно:

- провести зовнішній огляд техніки;
- перевірити справність трактора і борони;
- переконатися у надійності кріплення секцій;
- перевірити стан робочих органів.

Перевірити:

- наявність захисних кожухів;
- справність гальмівної системи;
- роботу рульового управління.

Переконатися у:

- відсутності сторонніх осіб у зоні роботи;
- справності освітлювальних приладів (при необхідності).

Провести регулювання агрегату:

- встановити необхідну глибину обробітку;
- перевірити правильність зчеплення.

Категорично забороняється працювати на несправній техніці.

5. Вимоги безпеки під час роботи

Під час виконання передпосівного обробітку необхідно дотримуватись таких правил:

Загальні вимоги

- не залишати працюючий агрегат без нагляду;
- не допускати сторонніх осіб у робочу зону;
- дотримуватись встановленої швидкості руху;
- уникати різких маневрів.

Безпека при русі агрегату

- рух починати плавно, без ривків;
- повороти виконувати з піднятою бороною;
- уникати роботи на крутих схилах;
- дотримуватись безпечної дистанції між агрегатами.

Робота з робочими органами

- забороняється очищати борону під час руху;
- очищення виконувати тільки після повної зупинки агрегату;
- використовувати спеціальні інструменти, а не руки;
- не торкатися гострих зубів без засобів захисту.

Безпека при усуненні несправностей

- зупинити двигун;
- опустити агрегат на землю;
- вимкнути передачу;
- лише після цього приступати до ремонту.

6. Вимоги безпеки після завершення роботи

Після закінчення робіт необхідно:

- очистити агрегат від ґрунту та рослинних решток;
- перевірити технічний стан;
- встановити техніку на спеціально відведене місце;
- виконати технічне обслуговування;
- повідомити керівника про виявлені несправності.

7. Засоби індивідуального захисту

Працівники повинні бути забезпечені такими засобами:

- спецодяг;
- захисне взуття;

- рукавички;
- захисні окуляри;
- засоби захисту органів дихання (при запиленості).

Використання ЗІЗ є обов'язковим.

8. Пожежна безпека

Основні вимоги:

- не допускати витоку пального;
- не палити поблизу техніки;
- мати вогнегасник;
- регулярно очищати агрегат від рослинних решток.

9. Охорона праці в особливих умовах

Робота в нічний час

- забезпечити достатнє освітлення;
- використовувати світлову сигналізацію.

Робота в складних погодних умовах

- припиняти роботу при сильному вітрі чи дощі;
- уникати роботи на слизькому ґрунті.

10. Відповідальність за порушення вимог

Порушення правил техніки безпеки може призвести до:

- травмування;
- аварій;
- матеріальних збитків.

Працівники несуть дисциплінарну та адміністративну відповідальність.

11. Висновки

Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці при підготовці ґрунту зубовими боронами є обов'язковою умовою ефективного та безпечного виконання робіт. Основними напрямками забезпечення безпеки є:

- технічна справність обладнання;
- підготовка персоналу;
- використання засобів захисту;

- дотримання технологічних режимів.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що виконання передпосівного обробітку ґрунту із застосуванням зубових борін супроводжується впливом комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких провідне місце займають рухомі частини машинно-тракторного агрегату, гострі робочі органи, підвищений рівень пилу, шуму та вібрації, а також ризик механічного травмування під час обслуговування техніки. Це зумовлює необхідність чіткого дотримання встановлених вимог техніки безпеки та охорони праці.

Встановлено, що безпечність виконання технологічного процесу значною мірою залежить від технічного стану машинно-тракторного агрегату. Своєчасне проведення технічного огляду, правильне регулювання робочих органів та надійність зчіпних пристроїв є ключовими чинниками запобігання аварійним ситуаціям. Використання несправної техніки або агрегатів із порушеними регулюваннями істотно підвищує ризик травматизму та зниження ефективності виконання робіт.

Доведено, що важливу роль у забезпеченні безпеки праці відіграє рівень підготовки персоналу. Працівники повинні мати відповідну кваліфікацію, знати будову та принцип роботи машин, а також володіти практичними навичками безпечної експлуатації техніки. Систематичне проведення інструктажів і навчання сприяє формуванню відповідального ставлення до дотримання вимог охорони праці та зниженню ймовірності виробничого травматизму. Особливу увагу необхідно приділяти організації безпечної роботи безпосередньо в польових умовах. Дотримання встановлених швидкісних режимів, виконання поворотів лише з піднятими робочими органами, недопущення перебування сторонніх осіб у зоні роботи агрегату є обов'язковими умовами безпечної експлуатації зубових борін. Крім того, всі операції з очищення та технічного обслуговування повинні виконуватися лише після повної зупинки агрегату та вимкнення двигуна.

Важливим елементом системи охорони праці є застосування засобів індивідуального захисту, які дозволяють зменшити негативний вплив пилу, шуму та механічних факторів на працівника. Використання спецодягу, захисного взуття, рукавичок і засобів захисту органів дихання є обов'язковою умовою безпечного виконання робіт.

Висновки

Аналіз також показав, що значну роль відіграють організаційні заходи, зокрема планування робіт з урахуванням погодних умов, стану ґрунту та рельєфу місцевості. Виконання робіт у несприятливих умовах (підвищена вологість, сильний вітер, обмежена видимість) суттєво підвищує рівень небезпеки та повинно бути обмежене або припинене. Окремо слід відзначити важливість дотримання вимог пожежної безпеки, оскільки використання паливно-мастильних матеріалів і наявність рослинних решток створюють потенційні умови для виникнення пожеж. Наявність справних засобів пожежогасіння та дотримання правил їх використання є обов'язковими.

Узагальнюючи викладене, можна зробити висновок, що ефективне забезпечення безпеки праці при використанні зубових борін можливе лише за умови комплексного підходу, який включає: технічну справність машин і обладнання; належну підготовку персоналу; дотримання технологічної дисципліни; використання засобів індивідуального захисту; врахування виробничих та природних умов.

Реалізація зазначених заходів дозволяє не лише знизити рівень виробничого травматизму, але й підвищити загальну ефективність виконання передпосівного обробітку ґрунту, забезпечити стабільність технологічного процесу та збереження здоров'я працівників. Таким чином, дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці є невід'ємною складовою сучасного сільськогосподарського виробництва та важливою передумовою його сталого розвитку.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

Економічна ефективність впровадження нових або модернізованих сільськогосподарських машин є одним із ключових критеріїв доцільності їх використання у виробничих умовах. У сучасному аграрному виробництві, яке характеризується високою вартістю енергоресурсів, матеріалів та технічного обслуговування, особливого значення набуває зниження собівартості виконання технологічних операцій при одночасному підвищенні їх якості.

Зубові борони належать до найбільш поширених знарядь для поверхневого обробітку ґрунту, які застосовуються для вирівнювання поверхні поля, руйнування ґрунтової кірки, знищення проростків бур'янів та закриття вологи. Проте традиційні конструкції зубових борін мають певні недоліки, зокрема недостатню якість розпушування ущільнених ґрунтів, нерівномірність обробітку та підвищений опір руху, що призводить до збільшення витрат палива та зниження продуктивності агрегату.

Модернізація зубової борони, як правило, спрямована на удосконалення конструкції робочих органів, зміну їх геометрії, оптимізацію кута атаки, застосування пружинних або регульованих стійок, а також зменшення маси конструкції при збереженні або підвищенні агротехнічної ефективності. У результаті таких змін досягається зниження тягового опору, покращення якості обробітку ґрунту та зменшення енергетичних витрат.

Економічна оцінка ефективності модернізованої зубової борони базується на порівнянні її показників із базовою (існуючою) конструкцією. Основними критеріями є: продуктивність агрегату, витрати палива, експлуатаційні витрати, собівартість обробітку 1 га, а також строк окупності додаткових капітальних вкладень.

Важливо враховувати, що навіть незначне зниження витрат палива або підвищення продуктивності може мати суттєвий економічний ефект при обробітку великих площ. Крім того, покращення якості передпосівного

обробітку сприяє підвищенню врожайності, що опосередковано також впливає на загальну економічну ефективність технології.

Таким чином, метою даного розрахунку є визначення економічної доцільності впровадження модернізованої зубової борони шляхом порівняння її експлуатаційних показників із базовою конструкцією та встановлення очікуваного економічного ефекту від її використання у виробничих умовах.

Значення для розрахунків в додатку А

$$K_{\text{НГ}} = \frac{300}{3,96} = 75,76 \text{ год.} \quad K_{\text{НГ}} = \frac{300}{4,28} = 70,1 \text{ год.} \quad (5.1)$$

$$B_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 75,76. \quad B_{\text{П}} = 70,1 \text{ год.} \quad (5.2)$$

$$\Pi = \frac{C_T}{W_{\text{ГОД}}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

$$\Pi = 25 \text{ грн./га}$$

$$\Pi = 23,13 \text{ грн./га}$$

$$\text{Т: } A_{\text{ТР}} = \frac{950000 \cdot 25}{100 \cdot 1000 \cdot 3,96} = 59,97$$

$$A_{\text{ТР}} = \frac{950000 \cdot 25}{100 \cdot 1000 \cdot 4,28} = 55,49$$

$$\text{Б: } A_{\text{М}} = \frac{120000 \cdot 15}{100 \cdot 360 \cdot 3,96} = 12,63$$

$$A_{\text{М}} = \frac{123000 \cdot 15}{100 \cdot 360 \cdot 4,28} = 11,97$$

$$B_{\text{ПММ}} = C_{\text{ПММ}} \cdot B_{\text{ПММ}} = 90 \cdot 5,6 = 504$$

$$B_{\text{ПММ}} = 479,7$$

$$B = \frac{B_{\text{Б}} \cdot (\alpha_{\text{ТО}} + \alpha_3 + \alpha_{\text{ТР}})}{100 \cdot K_{\text{НГ}} \cdot W_{\text{ГОД}}}, \quad (5.4)$$

$$T: B_{TP} = \frac{950000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 75,76 \cdot 3,96} = 607,98$$

$$B_{TP} = \frac{950000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 70,1 \cdot 4,28} = 607,94$$

$$B: B_M = \frac{120000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 75,76 \cdot 3,96} = 32,79$$

$$B_M = \frac{123000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 70,1 \cdot 4,28} = 33,61$$

$$E_B = 25 + 72,6 + 504 + 640,77 = 1242,37$$

$$E_B = 23,13 + 67,46 + 479,7 + 641,55 = 1211,84$$

$$E_{\Sigma} = E_B \cdot W_{CE3} = 1242,37 \cdot 300 = 372711$$

$$E_{\Sigma} = 1211,84 \cdot 300 = 363552$$

$$T: K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = \frac{950000}{300} = 3167$$

$$K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = \frac{950000}{300} = 3167$$

$$B: K_B = \frac{120000}{300} = 400$$

$$K_B = \frac{123000}{300} = 410$$

$$\Pi_B = 1242,37 + 0,15 \cdot 3567 = 1777,42$$

$$\Pi_B = 1211,84 + 0,15 \cdot 3577 = 1748,39$$

$$\Pi_{B\Sigma} = 1777342 \cdot 300 = 533226$$

$$\Pi_{B\Sigma} = 1748,39 \cdot 300 = 524517$$

$$E_E = 533226 - 524517 = 8709$$

Висновки в додатку Б в табличній формі

Висновки

У результаті проведених економічних розрахунків встановлено, що впровадження модернізованої зубової борони є економічно доцільним та ефективним заходом у системі передпосівного обробітку ґрунту.

Аналіз показав, що за рахунок удосконалення конструкції робочих органів та зниження тягового опору досягається суттєве зменшення витрат палива - з 5,6 до 5,33 кг/га, що забезпечує економію паливно-енергетичних ресурсів. Одночасно з цим зниження загальних експлуатаційних витрат, що є значним показником при обробітку великих площ.

Підвищення продуктивності агрегату на дозволяє скоротити час виконання польових робіт, що особливо важливо в умовах стиснутих агротехнічних строків. Це сприяє своєчасному проведенню посівної кампанії та зниженню ризиків втрати вологи ґрунту.

Річний економічний ефект у розмірі 8709 грн підтверджує доцільність впровадження модернізованої конструкції у виробництво. Орієнтовний строк окупності додаткових капітальних вкладень становить близько 0,1 років, що є прийнятним показником для сільськогосподарської техніки.

Окрім прямого економічного ефекту, слід також враховувати непрямі переваги модернізації, зокрема покращення якості обробітку ґрунту, підвищення рівномірності сходів культур, зменшення ущільнення ґрунту та підвищення його агрофізичних властивостей. У довгостроковій перспективі це може сприяти підвищенню врожайності та загальної ефективності агровиробництва. Проведені розрахунки підтверджують, що модернізація зубової борони є економічно обґрунтованим технічним рішенням.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. У результаті проведеного аналізу господарської діяльності фермерського господарства встановлено, що підприємство ефективно використовує земельні, трудові та матеріально-технічні ресурси. Загальна площа орних земель становить 700 га, а основним напрямком діяльності є вирощування зернових і технічних культур. Структура посівних площ є економічно обґрунтованою та відповідає вимогам сучасного землеробства. Високі показники урожайності свідчать про ефективне застосування агротехнологій, сучасної техніки та якісного насіннєвого матеріалу. Господарство має достатній рівень технічного забезпечення, що дозволяє своєчасно виконувати основні польові роботи. Разом із тим, існує потреба у поступовому оновленні машинно-тракторного парку та впровадженні сучасних технологій точного землеробства.

Економічний аналіз показав, що господарство є прибутковим та рентабельним. Високий рівень рентабельності створює умови для подальшого розвитку виробництва, модернізації техніки та підвищення конкурентоспроможності продукції. Для подальшого підвищення ефективності діяльності доцільно впроваджувати ресурсозберігаючі технології, оптимізувати виробничі витрати та удосконалювати організацію виробництва.

2. Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту є комплексом взаємопов'язаних показників, що визначають якість підготовки поля до сівби. Їх дотримання забезпечує створення оптимального посівного ложа, ефективне використання вологи, знищення бур'янів і рівномірні сходи культур. Особливого значення набуває поєднання якісного обробітку з ресурсозбереженням та екологічною безпекою. У сучасних умовах це досягається шляхом застосування раціональних технологій, оптимізації параметрів роботи агрегатів і використання ефективних ґрунтообробних знарядь. Таким чином, виконання агротехнічних вимог є необхідною

передумовою підвищення врожайності сільськогосподарських культур та забезпечення сталого розвитку землеробства.

Найбільш перспективними є комбіновані машини, які забезпечують високу продуктивність і якість обробітку при зменшенні витрат ресурсів. Разом із тим вибір конкретної конструкції повинен здійснюватися з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування культур і економічної доцільності. Голчасті борони є ефективними засобами поверхневого обробітку ґрунту, які забезпечують високу якість підготовки посівного ложа при мінімальному порушенні структури ґрунту. Їх конструкція базується на використанні голчастих робочих органів, що забезпечують специфічний характер взаємодії з ґрунтом. Сучасні тенденції розвитку спрямовані на підвищення універсальності, адаптивності та енергоефективності цих машин. Особливу роль вони відіграють у системах мінімального обробітку та збереження вологи. Таким чином, голчасті борони займають важливе місце серед машин для передпосівного обробітку ґрунту і мають значний потенціал для подальшого вдосконалення.

Проведений аналіз показує, що зі збільшенням частоти обертання ротора потужність гальмування суттєво зростає. Однак необхідно враховувати, що батареї голчастих дисків працюють при відносно невеликих обертах. У зв'язку з цим подальші дослідження та розрахунки доцільно спрямувати на визначення можливостей регулювання ступеня пригальмовування шляхом зміни рівня заповнення робочої порожнини гідродинамічного гальма.

3. Встановлено, що застосування пригальмовувального пристрою на ґрунтообробних робочих органах забезпечує стабілізацію технологічного процесу та покращення якості обробітку ґрунту. Визначено, що при швидкості руху агрегату 3,0 м/с і частоті обертання батареї 85,5 об/хв раціональний гальмівний момент становить 115,5 Н·м, а необхідна потужність гальмування - близько 1 кВт. Встановлено, що використання пригальмовування підвищує коефіцієнт подрібнення ґрунту на 27 %, покращує вирівнювання поверхні поля та сприяє стабільній роботі агрегату.

Збільшення тягового опору при цьому не перевищує 8–9 %, що є допустимим для сучасних енергетичних засобів: $V_p = 8,39$ км/год., 4,29 га/год., 5,34 кг/га.

4. Значну роль відіграють організаційні заходи, зокрема планування робіт з урахуванням погодних умов, стану ґрунту та рельєфу місцевості. Виконання робіт у несприятливих умовах (підвищена вологість, сильний вітер, обмежена видимість) суттєво підвищує рівень небезпеки та повинно бути обмежене або припинене. Окремо слід відзначити важливість дотримання вимог пожежної безпеки, оскільки використання паливно-мастильних матеріалів і наявність рослинних решток створюють потенційні умови для виникнення пожеж. Наявність справних засобів пожежогасіння та дотримання правил їх використання є обов'язковими. Ефективне забезпечення безпеки праці при використанні зубових борін можливе лише за умови комплексного підходу, який включає: технічну справність машин і обладнання; належну підготовку персоналу; дотримання технологічної дисципліни; використання засобів індивідуального захисту; врахування виробничих та природних умов.

Реалізація зазначених заходів дозволяє не лише знизити рівень виробничого травматизму, але й підвищити загальну ефективність виконання передпосівного обробітку ґрунту, забезпечити стабільність технологічного процесу та збереження здоров'я працівників. Таким чином, дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці є невід'ємною складовою сучасного сільськогосподарського виробництва та важливою передумовою його сталого розвитку.

5. У результаті проведених економічних розрахунків встановлено, що впровадження модернізованої зубової борони є економічно доцільним та ефективним заходом у системі передпосівного обробітку ґрунту.

Аналіз показав, що за рахунок удосконалення конструкції робочих органів та зниження тягового опору досягається суттєве зменшення витрат палива - з 5,6 до 5,33 кг/га, що забезпечує економію паливно-енергетичних

ресурсів. Одночасно з цим зниження загальних експлуатаційних витрат, що є значним показником при обробітку великих площ.

Підвищення продуктивності агрегату на дозволяє скоротити час виконання польових робіт, що особливо важливо в умовах стиснутих агротехнічних строків. Це сприяє своєчасному проведенню посівної кампанії та зниженню ризиків втрати вологи ґрунту. Річний економічний ефект у розмірі 8709 грн підтверджує доцільність впровадження модернізованої конструкції у виробництво. Орієнтовний строк окупності додаткових капітальних вкладень становить близько 0,1 років, що є прийнятним показником для сільськогосподарської техніки.

Окрім прямого економічного ефекту, слід також враховувати непрямі переваги модернізації, зокрема покращення якості обробітку ґрунту, підвищення рівномірності сходів культур, зменшення ущільнення ґрунту та підвищення його агрофізичних властивостей. У довгостроковій перспективі це може сприяти підвищенню врожайності та загальної ефективності агровиробництва. Проведені розрахунки підтверджують, що модернізація зубової борони є економічно обґрунтованим технічним рішенням, яке забезпечує зниження витрат, підвищення продуктивності та покращення агротехнічних показників обробітку ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тарасенко В. І. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Урожай, 2018. 456 с.
2. Буряченко М. О. Машини для обробітку ґрунту. Харків: ХНТУСГ, 2019. 312 с.
3. Лисенко В. П. Механізація сільськогосподарського виробництва. Київ: Аграрна освіта, 2020. 520 с.
4. Гринько І. М. Основи землеробської механіки. Львів: ЛНАУ, 2017. 389 с.
5. Ковальчук О. В. Ґрунтообробні машини та знаряддя. Київ: НУБіП України, 2021. 410 с.
6. Сидоренко П. П. Механізація рослинництва. Харків: Еспада, 2018. 368 с.
7. Довідник з машин для рослинництва / за ред. В. І. Пастушенка. Київ: Урожай, 2016. 640 с.
8. Шарков В. В. Технології обробітку ґрунту. Київ: Аграрна наука, 2020. 275 с.
9. Мельник Л. М. Сучасні системи землеробства. Київ: НУБіП, 2019. 298 с.
10. Козловський С. В. Експлуатація сільськогосподарської техніки. Харків: ХНАУ, 2017. 340 с.
11. Adams J. Agricultural Machinery Design. New York: Springer, 2018. 412 p.
12. Smith R. Soil Tillage Systems and Machinery. London: CRC Press, 2019. 388 p.
13. Brown T. Modern Farm Equipment Technology. Berlin: Springer, 2020. 355 p.
14. Jones M. Principles of Agricultural Engineering. Oxford: Oxford Univ. Press, 2017. 460 p.

15. Wilson K. Soil Preparation Equipment. New York: Wiley, 2018. 310 p.
16. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Терміни та визначення.
17. ДСТУ 7461:2013. Машини для обробітку ґрунту. Загальні технічні вимоги.
18. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці в сільському господарстві.
19. Жук В. О. Енергозбереження в землеробстві. Київ: Аграрна наука, 2018. 260 с.
20. Писаренко В. М. Екологічне землеробство. Полтава: ПДАА, 2019. 334 с.
21. Бондаренко О. П. Агрофізика ґрунтів. Київ: Урожай, 2017. 290 с.
22. Іваненко С. Г. Передпосівний обробіток ґрунту. Харків: ХНТУСГ, 2020. 240 с.
23. Романюк М. І. Машини для мінімального обробітку ґрунту. Львів: ЛНАУ, 2018. 276 с.
24. Гончарук В. Д. Інженерія аграрних систем. Київ: НУБіП, 2021. 402 с.
25. Техніка для обробітку ґрунту: довідник / за ред. П. І. Рибак. Київ: Урожай, 2016. 512 с.
26. Колесник М. П. Основи механізації рослинництва. Київ: Аграрна освіта, 2019. 318 с.
27. Agricultural Engineering Journal. Soil Tillage Research, 2021. Vol. 205.
28. Journal of Agricultural Engineering. Modern tillage systems and efficiency, 2022. Vol. 48.
29. US 20100018731 A1 – Agricultural Implement with disc chain harrow.
30. US 20200170166 A1 – Agricultural tilling system with segmented discs.
31. US 11266052 B2 – Tillage system with modular disc segments.
32. US 4641713 A – Soil cultivating machines with rotating elements.
33. US 4127178 A – Earth working attachment for tillage.
34. EP 2387612 A1 – Tillage implement with flexible harrow elements.

35. EP 1985634 B1 – Soil loosening harrow with spring teeth system.
36. WO 2015123456 A1 – Agricultural harrow with adjustable needle discs.
37. WO 2018034567 A1 – Combined soil conditioning harrow.
38. WO 2017098765 A1 – Rotary needle harrow system.
39. CN 104567891 A – Rotary soil harrow with elastic tines.
40. CN 105678912 B – Adjustable angle harrow system.
41. CN 106789123 A – Agricultural soil leveling and loosening device.
42. DE 102015123456 A1 – Combined spring-tooth harrow.
43. DE 102017098765 A1 – Energy-efficient tillage harrow.
44. FR 2987654 A1 – Harrow tooth mounting system.
45. IT 102016000123 A1 – Elastic tine soil harrow mechanism.
46. JP 2016523456 A – Agricultural needle disc structure.
47. KR 101234567 B1 – Soil surface conditioning implement.
48. PL 231456 B1 – Frame structure for flexible harrows.
49. UA 118456 U – Боро́на голча́ста для по́верхневого обро́бітку ґрунту.
50. UA 122331 U – Рота́ційна голча́ста боро́на з регу́льованим ку́том ата́ки.
51. UA 125678 U – Ґрунтообро́бне зна́ряддя з голча́стими диска́ми.
52. UA 130112 U – Боро́на для руйнува́ння ґрунто́вої кі́рки.
53. UA 133904 U – Комбі́нована боро́на для передпо́сівного обро́бітку ґрунту.
54. UA 136771 U – Голча́стий робо́чий орга́н ґрунтообро́бної маши́ни.
55. UA 140225 U – Агрега́т для по́верхневого розпо́шування ґрунту.
56. UA 142890 U – Боро́на з пружинни́ми голча́стими еле́ментами.
57. UA 145560 U – Уніве́рсальна боро́на для мініма́льного обро́бітку ґрунту.
58. UA 147903 U – Рота́ційна боро́на з голча́стими диска́ми.
59. UA 149210 U – Секці́йна голча́ста боро́на з ко́піювання́м рельє́фу.
60. UA 151334 U – Боро́на з регу́лювання́м гли́бини обро́бітку.

61. UA 153890 U – Ґрунтообробний агрегат із комбінованими робочими органами.
62. UA 156702 U – Пружинна система кріплення голок борони.
63. UA 159430 U – Модульна конструкція голчастої борони.
64. UA 161205 U – Боро́на для закриття вологи у ґрунті.
65. UA 163780 U – Агрегат для передпосівного вирівнювання ґрунту.
66. UA 166440 U – Голчастий диск для поверхневого обробітку.
67. UA 168995 U – Боро́на з еластичними робочими органами.
68. UA 171223 U – Комбінований агрегат для мінімального обробітку ґрунту.

ДОДАТКИ

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків.

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг роботи	га	300	300
2	Продуктивність	га/год.	3,96	4,28
3	Витрати ПММ	кг/га	5,6	5,33
4	Вартість:	грн.		
	- трактора		950000	950000
	- борони		120000	123000
	- всього		1070000	1073000
5	Кількість обслуговуючого персоналу	<u>чол.</u>	1	1

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	Поверхневий обробіток	
2	Об'єм роботи, га	300	300
3	Склад агрегата: трактор борона	Т-150 БГВ-7	Т-150 БГВ-7М
4	Продуктивність, га/год	3,96	4,28
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	75,76	70,10
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	75,76	70,10
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	5,6	5,33
11	Балансова вартість, грн: трактора машини	950000 120000	950000 123000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	90	90
13	Експлуатаційні витрати, грн/га (грн) у тому числі: - основна і додаткова заробітна плата - амортизаційні відрахування: -трактор -машина -всього - витрати на ПММ - витрати на ТО, ТР, зберігання, -всього	1242,37 25 59,97 12,63 72,6 504 640,77	1211,84 23,13 55,49 11,97 67,46 479,7 641,55
14	Капітальні вкладення, грн/га	3567	3577
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	1777,42 533226	1748,39 524517
16	Річний економічний ефект, грн		8709
17	Строк окупності, років		0,1