ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

Удосконалення механізації суцільного обробітку ґрунту з модернізацією борони БДВП-4,2

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

_____Зінченко Антон Ігорович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____ _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарских 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

Зінченко Антон Ігорович.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Удосконалення механізації суцільного обробітку грунту з модернізацією борони БДВП-4,2
Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
«05» травня 2026 року № 912

2. **Строк подання студентом роботи** 29.05.2026 р.

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

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз господарства базового. 2. Конструкцій існуючих огляд. 3. Процесу технологічного обгрунтування. 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)

фрм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
А4		1	52.ДП.082.000000.ПЗ	Пояснювальна записка		
				Графічні матеріали		
		2	52.ДП.082.000002	Огляд існуючих конструкцій		
		3	52.ДП.082.000003	Загальний вигляд машини		
		4	52.ДП.082.000004	Складальне креслення		
		5	52.ДП.082.000005	Деталювання		
		6	52.ДП.082.000006	Економічні показники		
		7	52.ДП.082.000007	Висновки		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	52.ДП.082.000000.ПЗ		
Розроб.		Зінченко А.І.			Відомість дипломного проєкту	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пугач А.М.						
Реценз.						4		
Н. Контр.		Теслюк Г.В.				ДДАЕУ		
Затверд.		Теслюк Г.В.						

АНОТАЦІЯ

Зінченко Антон Ігорович Удосконалення механізації суцільного обробітку ґрунту з модернізацією борони БДВП-4,2 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У 1 розділі представлено діяльності аналіз господарства базового.

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

У 3 розділі наведено процесу технологічного обґрунтування та конструкції.

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

У **5 розділі** приведено економічної ефективності оцінку від запровадження.

Дипломний проєкт виконано на 70 сторінках машинописного тексту, містить 35 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП……..7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА ……..…….10
Висновки…….13
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ і СПОСОБІВ АНАЛІЗ..…….15
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні……15
2.2 Конструкцій існуючих огляд …….18
2.3 Загальні положення патентного аналізу……29
Висновки……...…….35
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ ……37
3.1 Конструкції розробленої опис ……37
3.2 Розрахунок вісі вала котка на міцність…… …….....38
3.3 Розрахунок до вибору підшипників……...……...…….…41
3.4 Обґрунтування якості спушування ґрунту дисковим робочим органом……...42
3.5 Визначення робочих режимів…..……...……..……..45
3.6. Продуктивності агрегату визначення……...48
Висновки……50
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ52
Висновки…….....58
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ……...59
Висновки…….....64
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ……65
ЛІТЕРАТУРА…….....68
ДОДАТКИ……..71

ВСТУП

Раціональне використання ґрунтових ресурсів є одним із ключових чинників забезпечення стабільного розвитку сучасного сільського господарства. Ефективність вирощування сільськогосподарських культур значною мірою залежить від якості підготовки ґрунту до сівби, яка формується під впливом комплексу агротехнічних заходів. Серед них важливе місце займає поверхневий обробіток ґрунту, що забезпечує створення оптимальної структури орного шару, збереження вологи, знищення бур'янів, загортання рослинних решток та формування сприятливих умов для розвитку культурних рослин. Саме тому удосконалення технічних засобів для виконання цього технологічного процесу є важливим напрямом розвитку сучасної аграрної інженерії.

Поверхневий обробіток ґрунту виконується після основного обробітку або безпосередньо перед сівбою і передбачає розпушування верхнього шару ґрунту на глибину, як правило, до 10–12 см. Основною метою такого обробітку є вирівнювання поверхні поля, подрібнення грудок, перемішування ґрунту з рослинними рештками та формування дрібногрудочкуватої структури. У сучасних системах землеробства поверхневий обробіток відіграє особливу роль у збереженні родючості ґрунтів, оскільки сприяє оптимізації водно-повітряного режиму, зменшенню ерозійних процесів і підвищенню ефективності використання поживних речовин.

Одним із найбільш поширених технічних засобів для виконання поверхневого обробітку є дискові борони. Ці машини широко застосовуються в різних ґрунтово-кліматичних умовах завдяки своїй універсальності, відносній простоті конструкції та здатності ефективно працювати на полях із великою кількістю рослинних решток. Робочими органами дискових борін є сферичні або вирізні диски, які встановлюються під певним кутом до напрямку руху агрегату. Під час роботи вони здійснюють різання, подрібнення

та перемішування ґрунту, забезпечуючи формування необхідної структури верхнього шару.

Незважаючи на широке застосування дискових борін у сільськогосподарському виробництві, існуючі конструкції не завжди повною мірою відповідають сучасним вимогам ефективності та енергоощадності. Складні ґрунтові умови, наявність значної кількості рослинних решток, а також підвищені вимоги до якості обробітку потребують подальшого вдосконалення конструкції цих машин. Зокрема, актуальними є питання підвищення інтенсивності подрібнення ґрунтових агрегатів, покращення перемішування рослинних решток із ґрунтом, зниження енерговитрат на виконання технологічної операції та підвищення зносостійкості робочих органів.

Важливим напрямом підвищення ефективності дискових борін є модернізація їх робочих органів та допоміжних елементів конструкції. Удосконалення може передбачати зміну геометричних параметрів дисків, кута їх встановлення, конструкції підшипникових вузлів, системи кріплення, а також використання додаткових елементів для інтенсифікації технологічного процесу. Такі конструктивні зміни дозволяють покращити умови взаємодії робочих органів із ґрунтом, підвищити якість обробітку та зменшити енерговитрати.

Особливої актуальності набуває модернізація дискових борін у зв’язку з поширенням ресурсозберігаючих технологій землеробства, зокрема мінімального та нульового обробітку ґрунту. У таких системах значна кількість рослинних решток залишається на поверхні поля, що ускладнює виконання технологічних операцій традиційними знаряддями. У цих умовах дискові борони повинні забезпечувати ефективне подрібнення та перемішування рослинних решток без надмірного ущільнення ґрунту та збереження його структури.

Крім того, підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва вимагає зменшення витрат енергетичних ресурсів і підвищення

надійності машинно-тракторних агрегатів. Це обумовлює необхідність удосконалення конструкції дискових борін із урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, довговічності та технологічної адаптивності машин. Важливим аспектом також є підвищення зносостійкості робочих органів, оскільки під час взаємодії з ґрунтом вони зазнають інтенсивного абразивного зношування. Застосування нових матеріалів, зміцнюючих технологій та раціональних конструктивних рішень дозволяє значно підвищити ресурс роботи робочих органів і зменшити витрати на технічне обслуговування машин.

Проведені дослідження у галузі ґрунтообробної техніки свідчать, що підвищення ефективності поверхневого обробітку ґрунту можливе завдяки комплексному підходу до модернізації машин, який передбачає оптимізацію конструкції робочих органів, удосконалення параметрів їх взаємодії з ґрунтом та застосування сучасних технічних рішень. Важливу роль у цьому процесі відіграють теоретичні та експериментальні дослідження, спрямовані на визначення раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи машин. 4Таким чином, удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту шляхом модернізації дискової борони є актуальним науково-технічним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню якості обробітку ґрунту, зменшенню енерговитрат та підвищенню ефективності використання машинно-тракторних агрегатів у сільськогосподарському виробництві. Розроблення та впровадження вдосконалених конструкцій дискових борін дозволить забезпечити більш раціональне використання ґрунтових ресурсів, підвищити продуктивність праці та створити передумови для сталого розвитку аграрного сектору.

У зв’язку з цим у даному розділі розглядаються питання удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту на основі модернізації конструкції дискової борони, аналізуються існуючі технічні рішення, обґрунтовуються напрями конструктивного вдосконалення та визначаються перспективи підвищення ефективності роботи ґрунтообробних машин.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Загальна характеристика

Фермерське господарство здійснює свою діяльність у сфері сільськогосподарського виробництва з основною спеціалізацією на вирощуванні ранніх зернових культур. Загальна площа орних земель становить 600 га, що дозволяє віднести господарство до категорії середніх за розмірами аграрних підприємств. Ґрунтово-кліматичні умови є сприятливими для вирощування зернових культур, зокрема пшениці озимої, ячменю ярого та інших ранніх культур. Господарство функціонує в умовах помірно-континентального клімату, що характеризується достатньою кількістю тепла та нерівномірним розподілом опадів протягом вегетаційного періоду. Основною метою діяльності є отримання стабільного прибутку за рахунок ефективного використання земельних, матеріально-технічних і трудових ресурсів.

Структура посівних площ

Раціональна структура посівних площ є важливою умовою ефективного функціонування господарства. У досліджуваному підприємстві структура посівів має такий вигляд:

Культура	Площа, га	Частка, %
Пшениця озима	300	50
Ячмінь ярий	180	30
Овес	60	10
Горох	60	10
Разом	600	100

Такий розподіл забезпечує дотримання принципів сівозміни, зниження ризиків виснаження ґрунту та підвищення врожайності.

Основним засобом виробництва є земля. Площа орних земель – 600 га. Ґрунти переважно чорноземні, із середнім вмістом гумусу 3,5–5%, що сприяє високій потенційній урожайності культур.

Трудові ресурси

У господарстві працює близько 15–20 осіб, серед яких: механізатори, агроном, сезонні працівники.

Рівень забезпеченості трудовими ресурсами є достатнім, проте в період пікових польових робіт виникає потреба в додатковій робочій силі.

Матеріально-технічна база

Господарство оснащене базовим парком техніки: трактори (2–3 одиниці), зернозбиральний комбайн, ґрунтообробні агрегати (культиватори, борони), посівна техніка.

Технічне забезпечення є задовільним, однак частина машин потребує модернізації або заміни.

Аналіз виробничої діяльності

Середні показники врожайності:

Культура	Урожайність, т/га
Пшениця	4,5
Ячмінь	3,8
Овес	3,0
Горох	2,5

Рівень урожайності відповідає середньорегіональним показникам, що свідчить про задовільний рівень агротехнологій.

Валовий збір продукції

Розрахунок валового збору: Пшениця: 1350 т; Ячмінь: 684 т; Овес: 180 т; Горох: 150 т. Загальний валовий збір: 2364 т

Економічна ефективність виробництва

Витрати на виробництво

Середні витрати на 1 га: насіння - 2500 грн, добрива - 4000 грн, паливо - 2000 грн, оплата праці - 1500 грн, інші витрати -1000 грн

Загальні витрати на 1 га: 11 000 грн

Аналіз факторів впливу на ефективність

До основних факторів, що впливають на діяльність господарства, належать:

Позитивні: родючі ґрунти; спеціалізація на рентабельних культурах; досвід персоналу.

Негативні: зношеність техніки; нестабільність цін на продукцію; погодні ризики; обмежений доступ до інвестицій.

SWOT-аналіз господарства

Сильні сторони:

- оптимальна структура посівів;
- висока рентабельність;
- наявність власної техніки.

Слабкі сторони:

- недостатній рівень технічного оновлення;
- залежність від погодних умов.

Можливості:

- впровадження сучасних технологій;
- розширення площ;
- диверсифікація виробництва.

Загрози:

- коливання ринку;
- зростання цін на ресурси;
- кліматичні зміни.

Аналіз діяльності фермерського господарства показав, що підприємство ефективно використовує наявні ресурси та має стабільні економічні результати. Основною перевагою є орієнтація на вирощування ранніх зернових культур, що забезпечує швидке надходження коштів і високу ліквідність.

Разом з тим, для подальшого розвитку необхідно: оновити матеріально-технічну базу; впровадити ресурсозберігаючі технології; оптимізувати структуру витрат; підвищити рівень механізації.

Таким чином, господарство має значний потенціал для підвищення ефективності та зміцнення конкурентних позицій на аграрному ринку.

Висновки

У результаті проведеного аналізу господарської діяльності підприємства встановлено, що його виробнича діяльність характеризується загальною стабільністю, проте ефективність використання наявних матеріально-технічних ресурсів не повністю відповідає сучасним вимогам інтенсивного аграрного виробництва. Основні виробничі показники свідчать про наявність потенціалу для підвищення продуктивності праці, зниження собівартості виконання технологічних операцій та покращення якості агротехнічних заходів.

Особливу увагу в ході аналізу було приділено стану машинно-тракторного парку підприємства. Встановлено, що значна частина ґрунтообробної техніки має високий рівень фізичного та морального зносу, що призводить до зниження надійності роботи агрегатів, збільшення простоїв, підвищених витрат на ремонт та технічне обслуговування. Це, у свою чергу, негативно впливає на своєчасність виконання польових робіт та загальну ефективність виробничого процесу.

Аналіз використання дискових ґрунтообробних знарядь показав, що існуючі агрегати не завжди забезпечують належну якість обробітку ґрунту, особливо за умов підвищеної вологості або значної кількості рослинних решток. Відмічено недостатню ефективність подрібнення пожнивних залишків, нерівномірність глибини обробітку та підвищений опір руху агрегатів, що призводить до збільшення енергетичних витрат.

У цьому контексті особливої актуальності набуває питання модернізації дискової борони типу БДВП-4,2, яка широко використовується на підприємстві для поверхневого обробітку ґрунту. Проведений аналіз показав, що існуюча конструкція агрегату має потенціал для удосконалення, зокрема в частині робочих органів, системи регулювання кута атаки дисків, а також підвищення зносостійкості елементів.

Модернізація БДВП-4,2 дозволить: підвищити якість кришіння та вирівнювання ґрунту; зменшити енергетичні витрати на одиницю обробленої площі; покращити адаптацію агрегату до різних ґрунтово-кліматичних умов; знизити рівень простоїв і витрат на ремонт; підвищити загальну продуктивність машинно-тракторного парку.

Таким чином, результати аналізу господарської діяльності свідчать про необхідність технічного оновлення та модернізації ґрунтообробної техніки підприємства. Зокрема, удосконалення конструкції борони БДВП-4,2 є економічно та технологічно обґрунтованим заходом, який сприятиме підвищенню ефективності виробництва, зниженню собівартості польових робіт та покращенню агротехнічних показників обробітку ґрунту.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають ефективне використання комплексу ґрунтообробних машин, які забезпечують створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Одним із важливих елементів системи обробітку ґрунту є застосування дискових знарядь, що використовуються для поверхневого та частково основного обробітку ґрунту. Дискові борони та інші дискові агрегати забезпечують подрібнення рослинних решток, розпушування верхнього шару ґрунту, часткове перемішування пожнивних залишків із ґрунтом, вирівнювання поверхні поля та боротьбу з бур'янами. Ефективність виконання цих технологічних операцій значною мірою залежить від дотримання агротехнічних вимог до процесу обробітку ґрунту.

Агротехнічні вимоги визначають сукупність показників, які характеризують якість виконання технологічної операції та забезпечують створення оптимального стану ґрунтового середовища для росту культурних рослин. Виконання цих вимог дозволяє забезпечити рівномірність обробітку, зберегти структуру ґрунту, підвищити ефективність використання вологи та поживних речовин, а також зменшити негативний вплив машин на ґрунтовий покрив.

Однією з основних агротехнічних вимог до обробітку ґрунту дисковими знаряддями є забезпечення заданої глибини обробітку. Глибина роботи дискових агрегатів залежить від призначення операції, стану ґрунту та агротехнічних вимог до конкретної культури. Зазвичай поверхневий обробіток дисковими знаряддями здійснюється на глибину 6–12 см. При цьому відхилення фактичної глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати ± 2 см. Дотримання цього параметра є важливим для

забезпечення рівномірності розпушування ґрунту та формування однорідного обробленого шару.

Не менш важливою вимогою є рівномірність обробітку по ширині захвату агрегату. Під час роботи дискові знаряддя повинні забезпечувати однакову глибину та інтенсивність обробітку по всій ширині робочого захвату. Нерівномірність обробітку призводить до утворення гребенів і борозен, що ускладнює проведення наступних технологічних операцій, зокрема передпосівного обробітку та сівби. Тому конструкція агрегату та правильне регулювання робочих органів мають забезпечувати стабільність технологічного процесу.

Важливою агротехнічною вимогою є якість подрібнення ґрунтових агрегатів. Після проходу дискового знаряддя поверхневий шар ґрунту повинен мати дрібногрудочкувату структуру, що сприяє покращенню водно-повітряного режиму. Надмірне утворення великих грудок погіршує якість підготовки ґрунту до сівби та може призвести до нерівномірного проростання насіння. У зв’язку з цим під час обробітку необхідно забезпечити достатню інтенсивність руйнування ґрунтових агрегатів без надмірного розпилення ґрунту.

Наступною важливою вимогою є ефективне перемішування ґрунту з рослинними рештками. У сучасних технологіях землеробства велика увага приділяється збереженню органічної речовини в ґрунті та використанню пожнивних залишків як джерела органічної маси. Дискові знаряддя повинні забезпечувати подрібнення та часткове загортання рослинних решток у верхній шар ґрунту. Це сприяє їх швидшому розкладанню та підвищує вміст органічної речовини у ґрунті. При цьому важливо уникати надмірного заглиблення рослинних решток, яке може уповільнювати процеси мінералізації.

Суттєвою агротехнічною вимогою є ефективне знищення бур’янів. Під час обробітку ґрунту дисковими знаряддями повинно забезпечуватися підрізання та часткове загортання проростих бур’янів. Це дозволяє значно

зменшити їх кількість на полі та створити більш сприятливі умови для розвитку культурних рослин. Ефективність боротьби з бур'янами залежить від правильного вибору глибини обробітку, швидкості руху агрегату та кута атаки дисків.

Ще однією важливою агротехнічною вимогою є вирівнювання поверхні поля після обробітку. Рівна поверхня поля сприяє рівномірному розподілу насіння під час сівби, покращує умови для проростання рослин і забезпечує якісне виконання наступних технологічних операцій. Дискові знаряддя повинні формувати відносно рівну поверхню без утворення значних гребенів і западин.

Важливим показником якості роботи дискових агрегатів є ступінь ущільнення ґрунту. Надмірне ущільнення негативно впливає на водно-повітряний режим ґрунту та ускладнює розвиток кореневої системи рослин. Тому конструкція дискових знарядь та режими їх роботи повинні забезпечувати розпушування ґрунту без значного ущільнення нижніх шарів.

Окрему увагу слід приділяти збереженню ґрунтової вологи під час обробітку. У багатьох регіонах, зокрема в умовах недостатнього зволоження, збереження вологи є одним із ключових завдань обробітку ґрунту. Дискові знаряддя повинні забезпечувати створення мульчувального шару на поверхні поля, який зменшує випаровування вологи та сприяє її накопиченню у ґрунті.

Важливою агротехнічною вимогою є також забезпечення високої продуктивності роботи агрегату при дотриманні необхідної якості обробітку. Це передбачає оптимальний вибір швидкості руху агрегату, яка зазвичай становить 8–12 км/год. При цьому підвищення швидкості не повинно призводити до погіршення якості обробітку ґрунту.

Крім того, дискові знаряддя повинні забезпечувати надійну роботу в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Вони повинні ефективно працювати на різних типах ґрунтів, у тому числі на полях із великою кількістю рослинних решток. При цьому важливо запобігати забиванню робочих органів рослинними рештками та забезпечувати стабільність технологічного процесу.

Сучасні вимоги до ґрунтообробної техніки також передбачають зниження енерговитрат на виконання технологічних операцій. Раціональна конструкція дискових знарядь та правильне налаштування робочих органів дозволяють зменшити тяговий опір агрегату та підвищити енергоефективність обробітку ґрунту.

Таким чином, агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту дисковими знаряддями включають комплекс показників, що характеризують якість розпушування ґрунту, рівномірність глибини обробітку, ефективність подрібнення ґрунтових агрегатів і рослинних решток, знищення бур'янів, вирівнювання поверхні поля, збереження ґрунтової вологи та мінімізацію ущільнення ґрунту. Дотримання цих вимог є необхідною умовою підвищення ефективності використання дискових агрегатів і забезпечення високої продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Виконання зазначених агротехнічних вимог дозволяє створити оптимальні умови для формування сприятливого ґрунтового середовища, що забезпечує інтенсивний розвиток кореневої системи рослин, підвищує ефективність використання поживних речовин і вологи та сприяє отриманню високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим удосконалення конструкції дискових знарядь і підвищення якості їх роботи є важливим напрямом розвитку сучасної сільськогосподарської техніки.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Поверхневий обробіток ґрунту є важливим етапом технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур, який спрямований на розпушування верхнього шару ґрунту, знищення бур'янів, закриття вологи та підготовку посівного ложа. Одним із найбільш поширених типів машин для виконання цих операцій є дискові ґрунтообробні знаряддя.

Дискові знаряддя ефективно працюють на полях із значною кількістю рослинних решток, у тому числі після збирання зернових та технічних

культур. Вони здатні забезпечувати якісне подрібнення пожнивних решток і часткове їх загортання в ґрунт, що сприяє покращенню агрофізичних властивостей ґрунту та активізації біологічних процесів.

Класифікація дискових знарядь

Сучасні дискові знаряддя класифікують за кількома основними ознаками:

1. За призначенням:

- для лущення стерні;
- для передпосівного обробітку;
- універсальні.

2. За конструкцією робочих органів:

- з суцільними дисками;
- з вирізними (зубчастими) дисками;
- комбіновані.

3. За способом агрегатування:

- навісні;
- напівпричіпні;
- причіпні.

4. За розташуванням дискових батарей:

- однорядні;
- дворядні;
- багаторядні.

Особливу увагу слід приділити куту атаки дисків, який визначає інтенсивність обробітку та ступінь перемішування ґрунту.

Конструктивні особливості дискових борін

Дискові борони є найпоширенішим типом дискових знарядь. Їх конструкція включає раму, робочі органи (диски), підшипникові вузли, механізми регулювання кута атаки та глибини обробітку.

Основні конструктивні рішення:

Жорстке кріплення дисків у батареях. Диски встановлюються на валу з певним міждисковим інтервалом. Така конструкція забезпечує стабільність роботи, проте має обмежену адаптивність до нерівностей поля.

Індивідуальне кріплення дисків. Кожен диск закріплений на окремій стійці з пружинним або гумовим демпфером. Це підвищує копіювання рельєфу та зменшує навантаження на раму.

Сферична форма дисків. Забезпечує кращу проникність у ґрунт та ефективніше перемішування.

Наявність вирізів по краю диска. Підвищує здатність до подрібнення рослинних решток і зменшує ковзання по поверхні.

Сучасні тенденції розвитку дискових знарядь

У сучасному машинобудуванні спостерігається ряд тенденцій щодо вдосконалення дискових знарядь:

1. Використання індивідуальних стійок із амортизацією.

Це дозволяє зменшити ударні навантаження, підвищити довговічність конструкції та якість обробітку.

2. Оптимізація геометрії дисків.

Застосовуються диски зі змінним профілем, різною глибиною вирізів, що дозволяє адаптувати знаряддя до різних ґрунтових умов.

3. Підвищення зносостійкості.

Використання легованих сталей, термічної обробки та наплавлення робочих поверхонь значно збільшує ресурс роботи дисків.

4. Комбінування операцій.

Сучасні агрегати часто поєднують дискові робочі органи з котками, вирівнювачами та іншими елементами, що дозволяє виконувати кілька операцій за один прохід.

Аналіз переваг та недоліків різних конструкцій

Переваги дискових знарядь:

- ефективна робота на засмічених полях;
- висока продуктивність;

- універсальність застосування;
- здатність працювати в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Недоліки:

- підвищене енергоспоживання;
- інтенсивний знос робочих органів;
- нерівномірність глибини обробітку на важких ґрунтах;
- необхідність точного налаштування.

Особливої уваги потребує проблема зносу дисків, яка суттєво впливає на якість обробітку та економічну ефективність використання знарядь.

Перспективи вдосконалення конструкцій

Подальший розвиток дискових знарядь пов’язаний із:

- удосконаленням форм і матеріалів робочих органів;
- застосуванням адаптивних систем регулювання;
- впровадженням цифрових технологій моніторингу стану знарядь;
- зменшенням енергомісткості процесу обробітку.

Перспективним напрямом є створення комбінованих агрегатів із можливістю гнучкого налаштування параметрів роботи залежно від стану ґрунту.

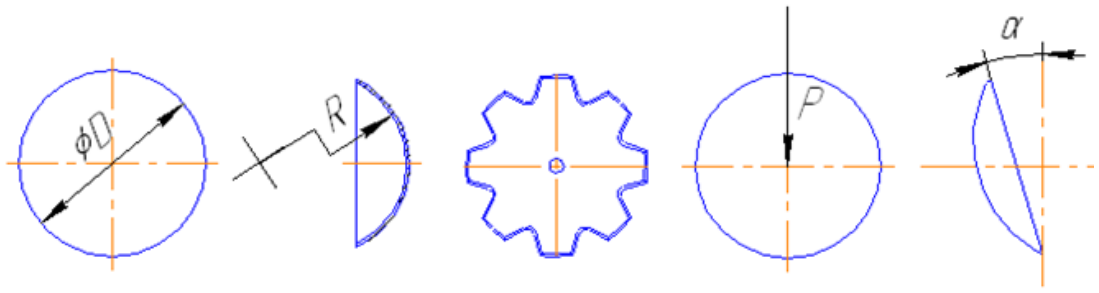


Рисунок 2.1 - Параметри дисків сферичних

До машин і знарядь для поверхневого обробітку ґрунту відносяться борони, лущильники, 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 лугів і пасовищ із глибиною обробітку до 10 см.

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 зиґзаґоподібних 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 стрілчастою лапкою.

Робочими органами ЛДГ-20, ЛДГ-15, ЛДГ-10 ЛДГ-5є сферичні диски, діаметром 450 мм (Рис.2.2.).

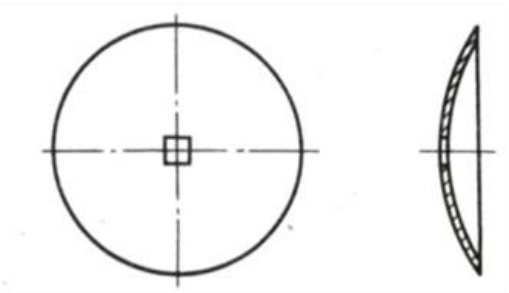
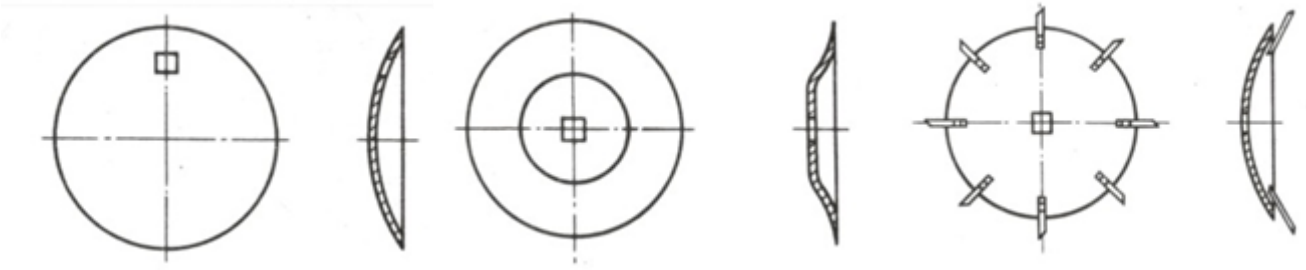


Рисунок 2.2 - Диск сферичний

Такі ж робочі органи встановлюються на дискових боронах, деяких комбінованих грунтообробних агрегатах. В той же час з’явились цілий ряд дискових робочих органів іншого призначення (Рис. 2.3).



а б в

Рисунок 2.3 - Робочі дискові органи

Конструкція із зміщеною віссю 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 сковзати батареї відносно вісі обертання і додатково порушуючи підошву з одночасним поглиблюванням глибини спушування. Диск вирізний сферичний (Рис. 2.4.)

Такий робочий орган значно зменшує опір ґрунту забезпечуючи високу якість обробітку.

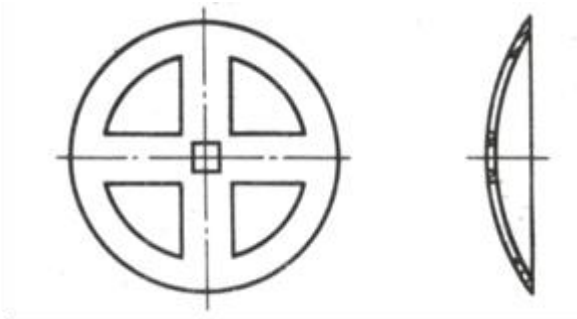


Рисунок 2.4 - Дисковий робочий органи з вирізними вікнами

Органами борони голчастої причіпний гідрофікований БИГ-3А є голчасті диски (Рис. 2.5.), зібрані на відстані 175 мм один від іншого по осі в чотири окремі батареї. Конструкція борони дозволяє встановлювати батареї голчастих дисків на кути атаки 0, 8^0, 12^0 і 16^0, а також працювати з активним

розташуванням робочих органів 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 культивації зернових і просапних культур (досходове і після сходове розпушування).

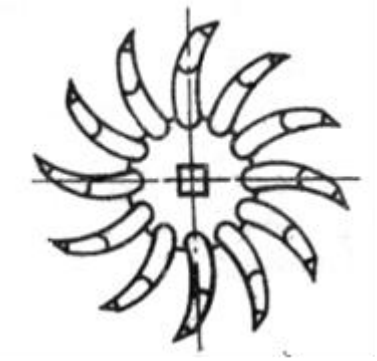


Рисунок 2.5 - Голчастий робочий орган борони БИГ-3 (БМШ-15)

З метою більш інтенсивного впливу на ґрунт співробітниками НДПТІМЕСГ запропоновано диск голчастий із сферичним розташуванням голок (Рис. 2.6.).

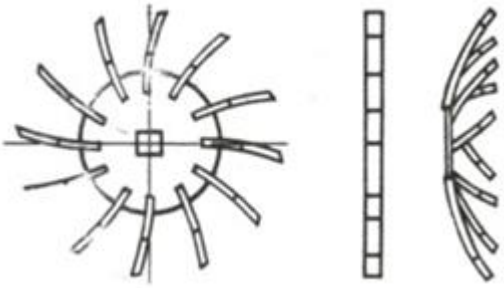


Рисунок 2.6 - Голчастий сферичний робочий орган

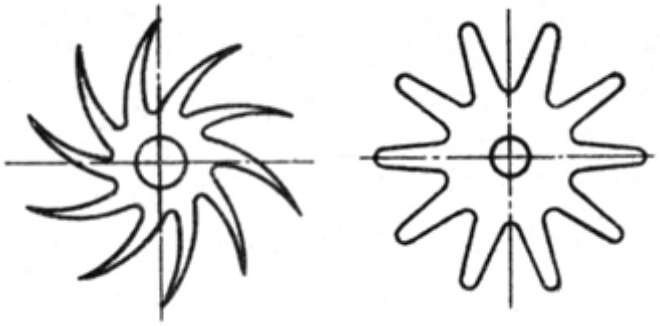


Рисунок 2.7 - Зірочки

Робочий орган (Рис. 2.8.) є інтерпретацією голчастого диска, розробленого в УНДІМЕСГ нечорноземної зони для руйнування брил.

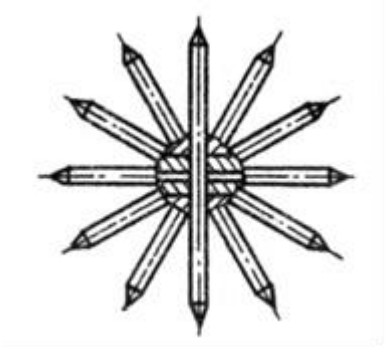
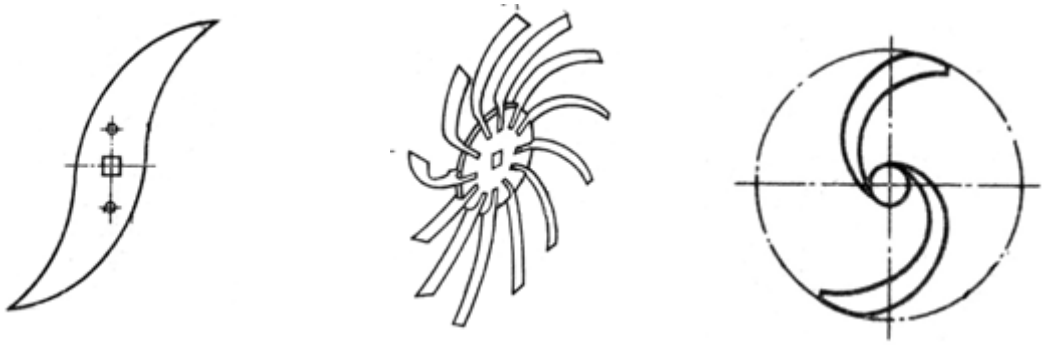


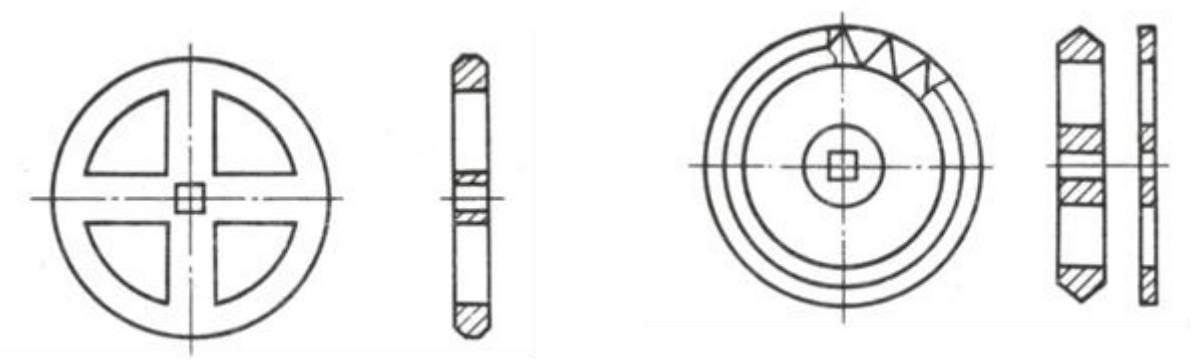
Рисунок 2.8 - Ротор голчастий



а. б. в.

Рисунок 2.9 - Робочі ротаційні органи

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 пожнивних 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 (Рис. 2.10.).



а. б.

Рисунок 2.10 - Елемент робочий котка



Рисунок 2.11 - Ханко борона



Рисунок 2.12 - Kverneland DTA

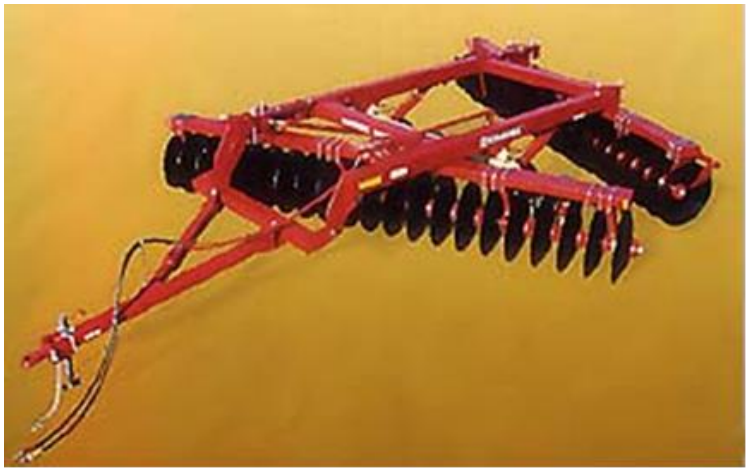


Рисунок 2.13 - Дикові знаряддя фірми Krause - Модель 5817W

Кільчасто-шпорові котки є важливим елементом ґрунтообробних машин і агрегатів, які використовуються для передпосівного та післяпосівного обробітку ґрунту. Основне їх призначення полягає у: ущільненні поверхневого шару ґрунту; руйнуванні ґрунтових грудок; вирівнюванні поверхні поля; формуванні оптимальної структури посівного ложа. Особливо ефективними ці котки є при обробітку легких і середніх за механічним складом ґрунтів, а також у технологіях мінімального обробітку.

Загальна будова кільчасто-шпорового котка

Типова конструкція кільчасто-шпорового котка включає такі основні елементи: вал (вісь); кільчасті диски; шпори (зубці), розміщені на кільцях; дистанційні втулки; підшипникові вузли; рама або причіпний механізм.

Кільця встановлюються на валу з певним кроком і фіксуються за допомогою втулок або шпонкових з’єднань. На зовнішній поверхні кожного кільця розміщені шпори, які забезпечують активний вплив на ґрунт.

Конструктивні особливості робочих органів

Кільчасті елементи

Кільця можуть мати різну форму: плоскі; клиноподібні; трапецієподібні. Найбільш поширеними є клиноподібні кільця, які забезпечують краще проникнення в ґрунт і ефективніше ущільнення. Крок між кільцями визначає ступінь подрібнення ґрунту та рівномірність обробітку.

Шпори (зубці)

Шпори є основним робочим елементом, що забезпечує руйнування грудок і часткове розпушування ущільненого шару.

За формою шпори бувають: прямі; загнуті; клиноподібні; пірамідальні.

Конструктивно шпори можуть: відливатися разом із кільцем; кріпитися окремо (знімні елементи). Окреме кріплення шпор дозволяє їх заміну при зношенні, що підвищує ремонтопридатність котка.

Жорсткі кільчасто-шпорові котки

У цих конструкціях всі кільця жорстко закріплені на валу. Перевагами є: простота конструкції; висока надійність; низька вартість.

Недоліком є обмежена здатність копіювання рельєфу поля.

Секційні котки

Коток поділяється на окремі секції, які можуть незалежно переміщатися у вертикальній площині.

Переваги: краще копіювання поверхні поля; рівномірніший обробіток; зниження навантажень на раму.

Самоочисні конструкції

У таких котках передбачені: скребки; спеціальні профілі кілець; зміщення елементів відносно один одного.

Це запобігає налипанню ґрунту, особливо при підвищеній вологості.

Комбіновані котки

Кільчасто-шпорові котки можуть поєднуватися з іншими типами: трубчастими; планчастими; гумовими. Такі конструкції дозволяють досягти оптимального поєднання ущільнення та розпушування.

Технологічні та експлуатаційні особливості. Основними параметрами, що визначають ефективність роботи кільчасто-шпорових котків, є: діаметр кілець; маса котка; форма та висота шпор; швидкість руху агрегату.

Важливим фактором є також тиск котка на ґрунт, який впливає на глибину ущільнення.

Кільчасто-шпорові котки забезпечують: локальне ущільнення ґрунту під кільцями; розпушування між кільцями; створення мульчуючого шару.

Переваги та недоліки конструкцій

Переваги: ефективне руйнування грудок; поєднання ущільнення та розпушування; висока продуктивність; простота конструкції.

Недоліки: можливість забивання вологим ґрунтом; нерівномірність обробітку на важких ґрунтах; знос шпор.

Перспективним є застосування котків із регульованим тиском на ґрунт та змінною конфігурацією робочих органів. Кільчасто-шпорові котки є ефективним засобом поверхневого обробітку ґрунту, який поєднує функції ущільнення та розпушування. Різноманітність їх конструкцій дозволяє адаптувати робочі органи до різних ґрунтово-кліматичних умов. Подальше вдосконалення цих знарядь пов’язане з підвищенням їх надійності, довговічності та технологічної ефективності.

2.3. Загальні положення патентного аналізу

Патентний огляд є важливим етапом науково-дослідної роботи, оскільки дозволяє оцінити сучасний рівень технічних рішень, виявити тенденції розвитку конструкцій, а також уникнути дублювання вже існуючих розробок. У сфері механізації поверхневого обробітку ґрунту значна кількість винаходів спрямована на вдосконалення дискових знарядь, підвищення їх ефективності, зниження енерговитрат і зносу робочих органів.

Основними напрямами патентних досліджень у даній галузі є: удосконалення форми та конструкції дисків; оптимізація кріплення робочих органів; впровадження амортизаційних елементів; комбінування технологічних операцій; підвищення надійності підшипникових вузлів.

Значна кількість патентів присвячена вдосконаленню геометричних параметрів дисків. Одним із поширених технічних рішень є використання сферичних вирізних дисків із різною формою зубців.

У таких конструкціях: вирізи мають хвилеподібну або трапецієподібну форму; змінюється кут різання по радіусу диска; підвищується здатність до самозаглиблення.

Ці рішення дозволяють: покращити подрібнення рослинних решток; зменшити ковзання диска; забезпечити стабільну глибину обробітку.

Іншим напрямом є застосування дисків зі змінною товщиною та зміцненими крайками, які виготовляються з використанням термічної обробки або наплавлення твердосплавних матеріалів. Це значно підвищує зносостійкість і подовжує термін служби.

Суттєва частина винаходів стосується способів кріплення дисків до рами знаряддя.

Традиційні батарейні конструкції поступово замінюються рішеннями з індивідуальним кріпленням. У патентах пропонуються:

Пружинні стійки (S-подібні або C-подібні):

забезпечують гасіння ударних навантажень і підвищують адаптивність до нерівностей поля.

Гумометалеві демпфери: використовуються як елементи кріплення, що зменшують вібрацію та підвищують довговічність вузлів.

Шарнірні з’єднання з обмежувачами ходу: дозволяють дискам відхилятися при зустрічі з перешкодами, запобігаючи пошкодженням.

Такі конструкції забезпечують: покращене копіювання рельєфу; зниження динамічних навантажень; підвищення якості обробітку.

Удосконалення підшипникових вузлів

Окрему групу становлять патенти, спрямовані на підвищення надійності підшипникових вузлів дискових робочих органів.

Основні технічні рішення включають: герметичні підшипникові вузли з багаторівневим ущільненням; використання касетних підшипників; впровадження систем централізованого змащення; застосування самозмащувальних матеріалів.

Ці рішення спрямовані на: зменшення витрат на обслуговування; підвищення ресурсу роботи; забезпечення стабільності функціонування в умовах пилу та вологи.

Комбіновані дискові агрегати у патентній практиці

Сучасні патенти демонструють тенденцію до створення комбінованих ґрунтообробних агрегатів, які поєднують кілька операцій за один прохід.

У таких конструкціях дискові робочі органи комбінуються з: вирівнювальними планками; котками (трубчастими, кільчастими, зубчастими); лапами або чизельними елементами.

Переваги таких рішень: скорочення кількості проходів по полю; зменшення ущільнення ґрунту; економія палива та часу.

Аналіз тенденцій розвитку за результатами патентного огляду

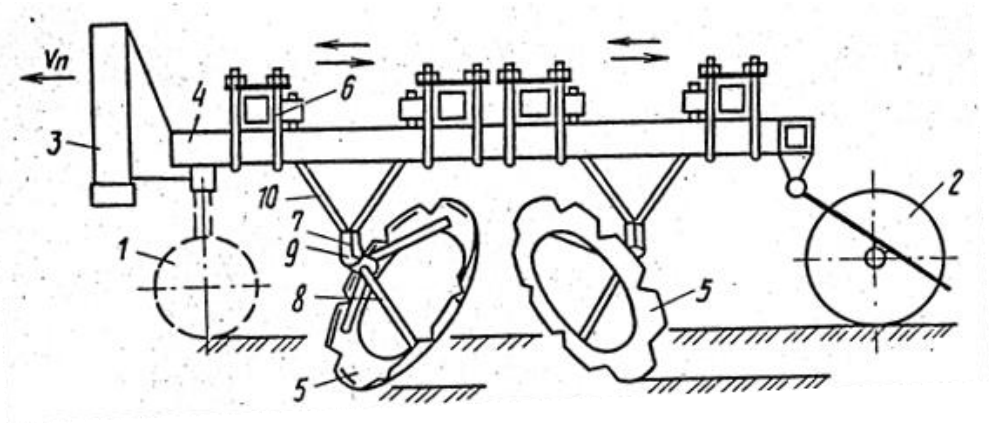


Рисунок 2.14 - № 2150801

Завдяки розташуванню ковпака відносно основи ріжучого елементу 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.

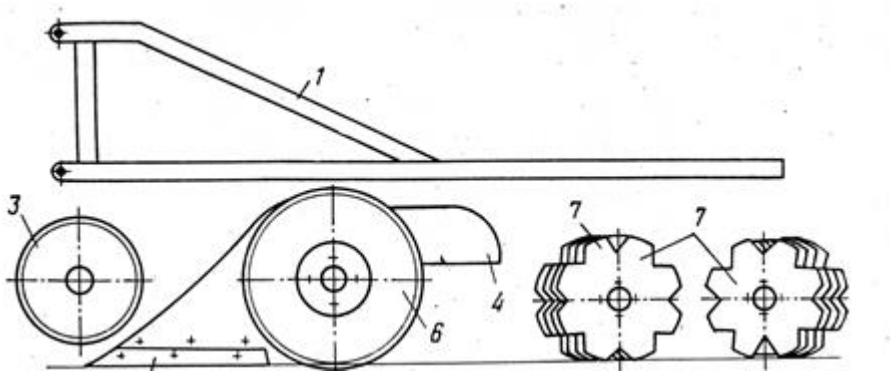


Рисунок 2.15 - № 1565358

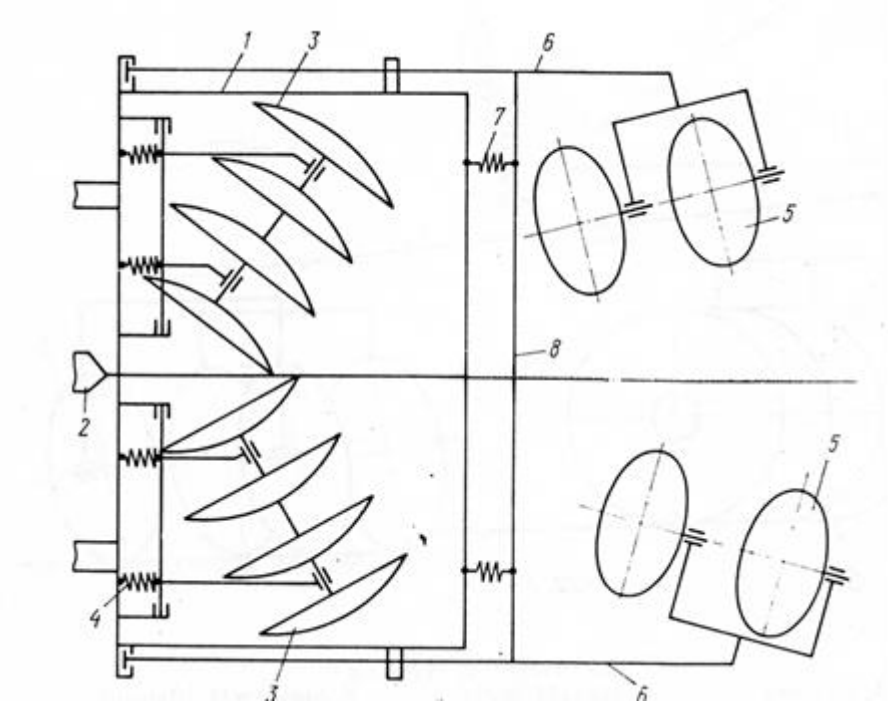


Рисунок 2.16 - № 1544196

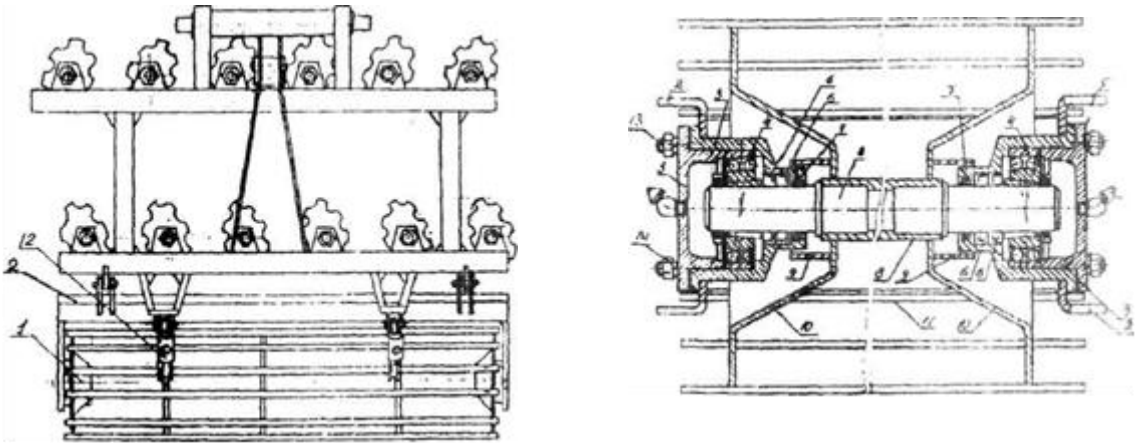
Існує технічне рішення за патентом України №73634 рис. (2.17,а), в якому метою є усунути наведені недоліки шляхом захисту підшипникових вузлів від механічних пошкоджень за рахунок розміщення їх у штамповках крайніх дисків, а також введенням в конструкцію захисних кожухів, які приварені до дисків і охоплюють з мінімальним зазором корпус підшипника з сторони розміщення манжет, створюючи при цьому лабіринтне ущільнення обмежує попадання в зону підшипників ґрунту і запобігає намотуванню рослинних залишків. Крім того, підшипник з сторони котка захищений двома манжетами і войлочним кільцем, а з зовнішньої сторони глухою кришкою. На

(рис. 2.17, а) поданий загальний вид агрегату, в комплект якого входить коток 1 , який приєднується до агрегату з допомогою рами 2. На рис. (2.17, б) поданий коток в розрізі, який містить корпуси підшипників 3. Підшипники 4, кришки 5, манжети 6, войлочні кільця 7, вісь котка 8, кожухи 9, приведені до крайніх дисків 10, штамповках яких розміщені підшипникові вузли. До дисків приварені труби 11, які під час роботи руйнують грудки, вирівнюють поле і регулюють глибину обробки. Коток перед початком роботи механізмом 12 встановлюється в положення, яке забезпечує необхідну глибину врізання робочих дисків в ґрунт. Коток виконує функцію регулювання глибини обробки поля, роздавлювання грудок і вирівнювання гребенів. За рахунок контакту труб 11 з ґрунтом, коток разом з дисками 10, віссю котка 8, привареними кожухами 9, провертаються в підшипниках 4, які вмонтовані в корпуси підшипників 3 з кришками 5 болтами 13 і гайками 14 прикріплені нерухомо до рами 2. Для захисту підшипників 3 від механічних пошкоджень вони розміщені в штамповках крайніх дисків 10, а для захисту від набивання ґрунту в конструкцію введені захисні кожухи 9, які приварені до крайніх дисків і охоплюють з мінімальним зазором корпус підшипника 3, створюючи при цьому лабіринтне ущільнення, яке не пропускає в зону підшипників ґрунту і запобігає намотуванню рослинних залишків. Крім того, підшипники 4 зі сторони дисків 10 захищені двома манжетами 6 і войлочним кільцем 7, а з зовнішньої сторони глухою кришкою 5. Запропонована конструкція котка має значні переваги над відомими аналогами та прототипами агрегатом ґрунтообробним АГД-2,3.

Дослідний зразок агрегату АГН-2,3 з запропонованим котком виготовлений в експериментальній дільниці ТОВ «Білоцерківагромаш» успішно пройшов випробування.

Існує технічне рішення за патентом України № 45626 (рис. 2.18) в якому метою с вдосконалення конструкції борони дискової важкої шляхом раціональної зміни параметрів взаємного розміщення елементів кріплення та очистки сферичних дисків при фронтальній установці їх батарей та зміщення

ріжучої кромки сферичного диску для усунення появи нерозрізаних довгих стебел рослин під час виконання технологічного процесу дискування ґрунту.



а б

Рисунок 3.17 - №73634

Чистики 8 сферичних дисків 4 встановлено з сторони їх робочих поверхонь 9. при цьому ріжуча кромка 5 кожного з сферичних дисків 4 виконана точковою зміщеною твердосплавним матеріалом 10.

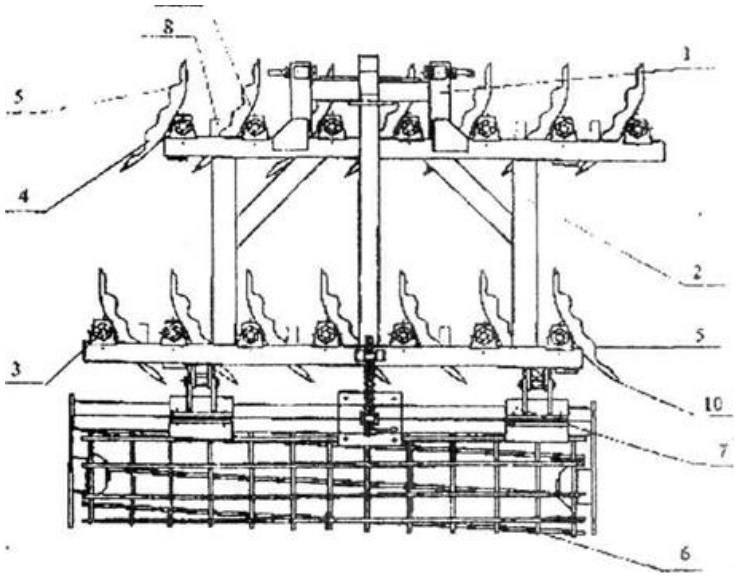


Рисунок 3.18 - № 45626

Якість виконання технологічного процесу дискування ґрунту, надійність роботи, а також довговічність борони дискової важкої у представленому виконанні зростають.

На основі аналізу патентних джерел можна виділити такі ключові тенденції розвитку конструкцій дискових знарядь: перехід до модульних конструкцій; наряддя проектуються таким чином, щоб окремі елементи могли легко замінюватися або модернізуватися; індивідуалізація робочих органів кожен диск функціонує як незалежний елемент із власною системою амортизації; ростання ролі матеріалознавства; використання нових матеріалів і технологій зміцнення є ключовим фактором підвищення довговічності; зниження енергомісткості; оптимізація геометрії дисків і кутів атаки дозволяє зменшити тяговий опір; інтеграція кількох технологічних операцій, комбіновані агрегати стають стандартом сучасного землеробства.

Висновки

Аналіз існуючих конструкцій дискових знарядь показує, що вони мають широкий спектр конструктивних рішень, спрямованих на підвищення ефективності поверхневого обробітку ґрунту. Найбільш перспективними є конструкції з індивідуальним кріпленням дисків та амортизаційними елементами, які забезпечують кращу адаптацію до умов роботи та підвищену надійність. Разом з тим, залишаються актуальними питання зниження зносу робочих органів, оптимізації енергетичних витрат і підвищення якості обробітку, що визначає напрям подальших наукових досліджень.

Патентний аналіз показує, що розвиток дискових знарядь для поверхневого обробітку ґрунту відбувається у напрямі підвищення їх універсальності, надійності та ефективності. Основна увага приділяється вдосконаленню конструкції робочих органів, систем їх кріплення та підшипникових вузлів.

Найбільш перспективними є рішення, що передбачають: індивідуальне кріплення дисків із амортизаційними елементами; застосування зносостійких матеріалів; комбінування операцій в одному агрегаті.

Отримані результати можуть бути використані як основа для подальшого вдосконалення конструкції дискових знарядь, зокрема при розробці модернізованих робочих органів і вузлів їх кріплення. Буде взято за основу авторське свідоцтво № 73634.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

При вирощуванні озимої пшениці, за прийнятою в господарстві технологією, обробіток ґрунту після збирання кукурудзи на силос передбачає дискування важкою дисковою бороною БДВП-4,2 з наступною оранкою та культивацією. В дипломному проекту пропонується виконувати обробіток ґрунту модернізованою бороною з одночасним прикочуванням ґрунту. Завдяки цьому, можна уникнути затрат коштів та енергії на оранку і культивацію. Крім того, зменшується кількість проходів агрегату по полю, що позитивно впливає на стан ґрунту. Проте основна перевага вказаного способу основного обробітку ґрунту полягає, враховуючи короткі строки від збирання попередника до сівби пшениці, в зменшенні впливу погодних умов на строки проведення операцій по підготовці ґрунту та проведенню сівби. Адже продуктивність агрегатів при оранці значно менша від продуктивності агрегатів на дискуванні ґрунту, отже зменшується тривалість виконання операцій.

Для реалізації такої технології позаду другого ряду дисків важкої дискової борони БДВП-4,2 до рами, віссю перпендикулярною до поздовжньої осі агрегату пропонується встановити прикочувальний барабан.

За конструкцією його поверхня виконана сталевими стрічками з утворенням реберчастої поверхні. Рама котка прикріплюється до рами борони за допомогою двох кронштейнів.

Зверху рами котка прикріплено кронштейн з прикріпленим до нього тросом для обмеження руху котка. До передньої частини рами прикріплено кронштейн із встановленою пружиною для притискання котка до поверхні поля.

В процесі роботи агрегату, скиба землі відрізана і частково подрібнена дисками борони до подрібнюється ребрами прикочуючого котка. Крім того, при цьому додатково вирівнюється поверхня поля.

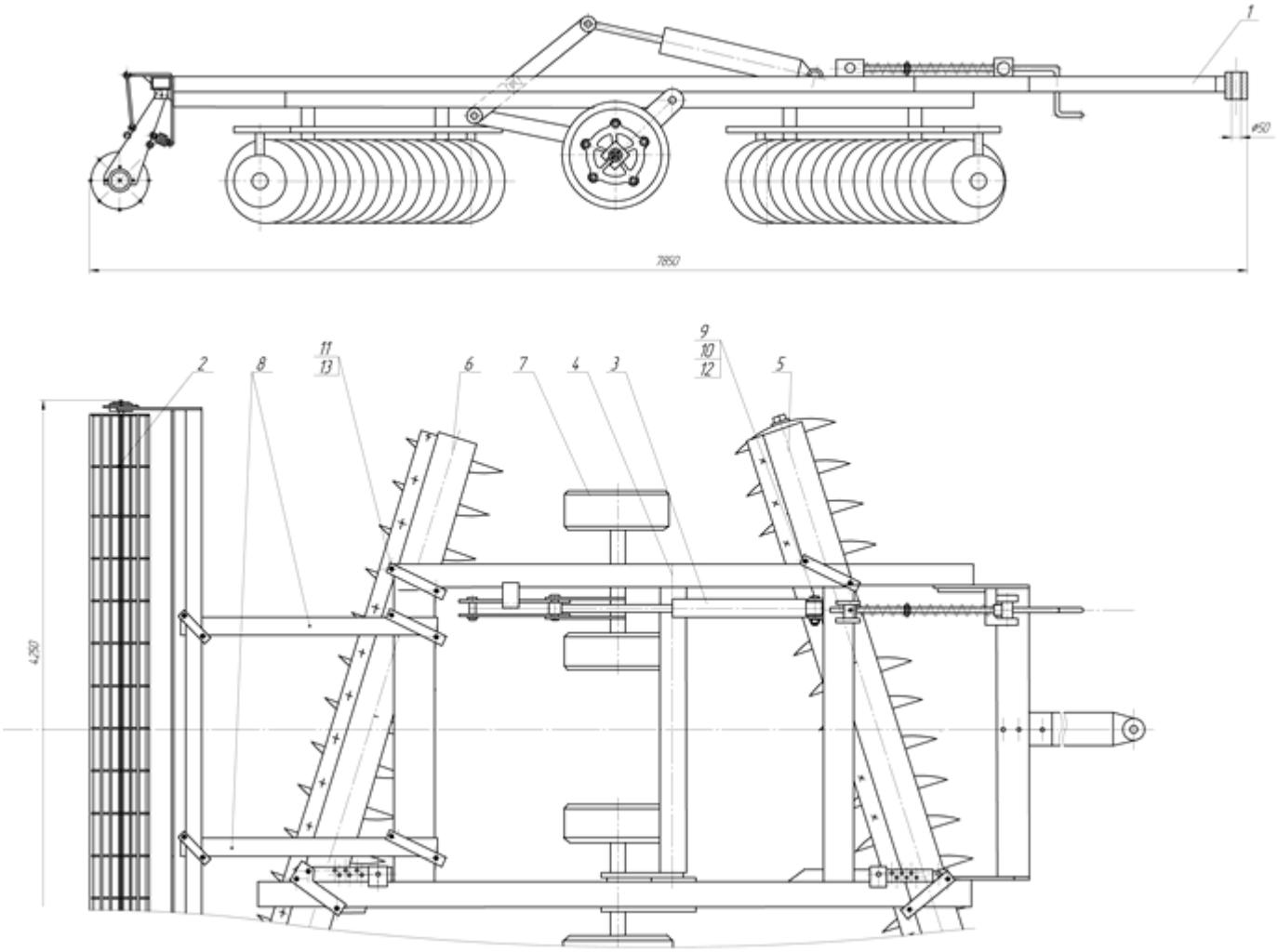


Рисунок 3.1 - Конструктивна схема борони БДВП-4,2М

3.2 Розрахунок вісі вала котка на міцність

В коткові, найбільше напруження сприймає вісь, тому виконаємо розрахунок на міцність та виберемо підшипники.

Так як вісь котка працює на згин, то розрахунки проводимо по напруженнях згину.

Складаємо розрахункову схему і визначаємо реакції опор в точках А і В:

$$\sum M_A(F_i)=0; \qquad R_B l - F\,l/2 = 0 \tag{3.1}$$

Звідки

$$R_B = \frac{F\frac{l}{2}}{l}, \text{Н}$$

$$R_B = \frac{100 \cdot 2{,}25}{4{,}5} = 50\text{Н}$$

$$\sum M_B(F_i) = 0; \qquad -R_A l + F\frac{l}{2} = 0 \tag{3.2}$$

Звідки

$$R_A = \frac{F\frac{l}{2}}{l}, \text{Н.}$$

$$R_A = \frac{100 \cdot 2{,}25}{4{,}5} = 50\text{Н.}$$

Перевірка:

$$\sum F_{iy} = 0; \tag{3.3}$$

$$R_A - F + R_B = 0; \tag{3.4}$$

$$50 - 100 + 50 = 0.$$

$$M_{ЗГ1} = R_A x_1 = 0 \tag{3.5}$$

при

$$x_1 = 0,$$

$$M_{ЗГ1} = 0 \text{ Нм;}$$

при

$$x_1 = 2{,}25 \text{ м,}$$

$$M_{ЗГ1} = 50 \cdot 2{,}25 = 112{,}5 \text{ Нм.}$$

$$M_{ЗГ2} = R_B x_2 = 0 \tag{3.6}$$

при

$$x_2 = 0,$$

$$M_{ЗГ2} = 0 \text{ Нм};$$

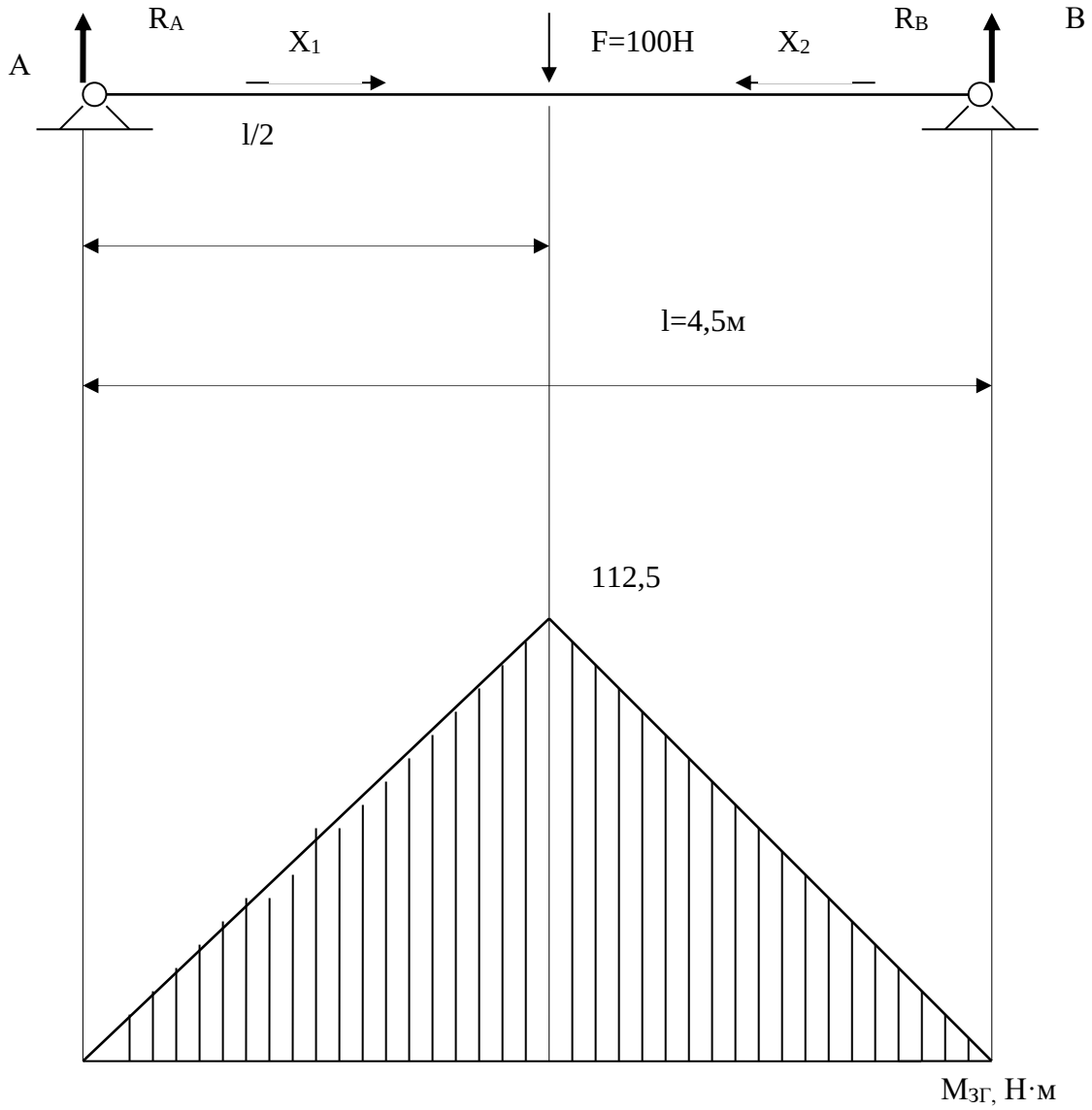


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема осі котка

при

$$x_2 = 2,25 \text{ м},$$

$$M_{ЗГ2} = 50 \cdot 2,25 = 112,5 \text{ Нм}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{ЗГ}}{0{,}1[\sigma_{ЗГ}]}}, \qquad (3.7)$$

$$d = \sqrt{\frac{112{,}5}{0{,}1 \cdot 55 \cdot 10^6}} = 0{,}02735\text{м} = 27{,}4 \text{ мм}$$

де $M_{ЗГ}$ -, Нм;

$[\sigma_{ЗГ}]$ = 55 МПа

d = 28 мм,

$d_{підш}$ = 25 мм.

3.3 Розрахунок до вибору підшипників

В якості опор застосуємо шарикові радіальні підшипники типу 0000. Оскільки осьове навантаження на підшипник відсутнє (F_A=0), то відношення F_A/F_2=0, отже еквівалентне динамічне навантаження визначаємо за залежністю:

$$P_r = F_2 K_\delta K_т, \text{ Н}, \qquad (3.8)$$

$$P_r = 50 \cdot 1{,}3 \cdot 1 = 65 \text{ Н},$$

де F_2 = 50 Н;

K_δ = 1,3;

$K_Т$ = 1,0

Визначаємо базову динамічну вантажопідйомність

$$[C_{r1}] = [C_{r2}] = P\sqrt[3]{L_{10}}, \text{Н} \qquad (3.9)$$

$$[C_{r1}] = 65 \cdot \sqrt[3]{220} = 65 \cdot 6{,}037 = 392{,}4\text{Н}$$

де L_{10} = 220 млн.

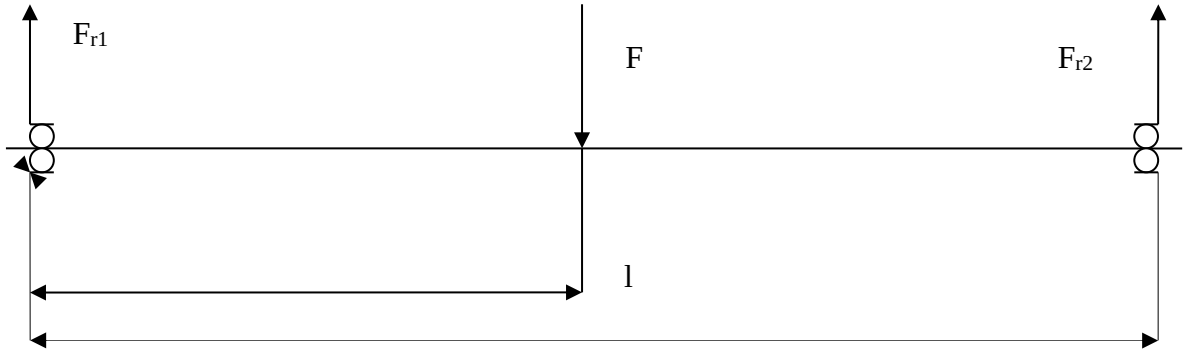


Рисунок 3.3 - Для вибору підшипників схема розрахункова

$$[C_г] \prec C_{2кат}$$

Вибираємо з каталогушарикові радіальні підшипники 180205 для діаметра d=25 мм, для яких $C_{2кат}$ = 11000 Н, гранична частота обертання за пластичного мащення n = 10000 хв$^{-1}$.

3.4 Обґрунтування якості спушування ґрунту дисковим робочим органом

Відповідно до агротехнічних вимог відомо, що оптимальний агрегатний склад ґрунту - агрегати з приведеним діаметром 1,0…10мм. Тобто це ідеальна підготовка ґрунту. У відповідності до аналітичного методу розрахунку ступеня розпушення ґрунту, ріжучій периметр на початковому етапі відділяє від загального масиву ґрунту призму, яка в процесі подальшої взаємодії з робочим органом розпушується. Відношення об'єму початкової призми до середнього об'єму утворених агрегатів є ступінь розпушення ґрунту.

Аналітичний метод оцінки ступеня розпушення ґрунту базується на тому, що для його розпушення необхідно подолати внутрішню напругу у сколотій призмі.

$$i = \frac{2 \cdot K_P \cdot E}{G^2} + 1, \qquad (3.10)$$

$$К_Р = \frac{P}{a \cdot b}, \qquad (3.11)$$

де Р = 1,34кН;

а = 0,15м;

b = 0,241м – приведена ширина захвату диска.

$$К_Р = \frac{1{,}34}{0{,}15 \cdot 0{,}241} = 37{,}07 \text{ кН/м}^2$$

Ступінь розпушення

$$i = \frac{2 \cdot 37{,}07 \cdot 32 \cdot 10^3}{815^2} + 1 = 4{,}57$$

Для визначення прогнозованого діаметра утворюваних ґрунтових агрегатів треба визначити початковий об'єм відколотої призми. Об'єм буде дорівнювати площі поперечного перетину АВС помноженому на приведену ширину диска.

Для визначення приведеної ширини захвату диска розглянемо розрахункову схему (рис. 3.4).

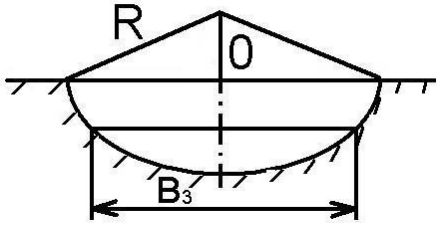


Рисунок 3.4 - Ширини захвату диска схема приведена

AD = 0,15 м – що відповідає глибині розпушення.

$BD = 0{,}15 \cdot tg(22^0 + 35^0) = 0{,}15 \cdot 1{,}54 = 0{,}237$ м

Площа перетину ABD

$$S_{ABD} = 0,5 \cdot 0,297 \cdot 0,15 = 0,022 \text{ м}^2$$

$$Bc = 0,15 \cdot ctg35^0 = 0,15 \cdot 1,428 = 0,214 \text{ м}$$

Площа перетину ADC

$$S_{ADC} = 0,5 \cdot 0,214 \cdot 0,15 = 0,016 \text{ м}^2$$

Загальна площа перетину

$$S = 0,022 + 0,016 = 0,038 \text{м}^2$$

Приведений об'єм відколотої призми

$$V = 0,038 \cdot 0,241 = 0,009 \text{ м}^3$$

Приведений об'єм утворених агрегатів

$$V_{пр} = V/I = 0,009/4,57 = 0,002 \text{ м}^3$$

Середній приведений діаметр, що утворились в результаті розпушення ґрунту дисковим агрегатом

$$D = 0,24 \cdot \sqrt[3]{V_{ПР}} . \qquad (3.12)$$

$$D = 0,24 \cdot \sqrt[3]{0,002} = 0,03\text{м} = 30\text{мм}.$$

3.5 Визначення робочих режимів

- Т-150К
- БДВП-4.2
- вид обробітку
- агрофон –після кукурудзи на силос стерня
- глибина– до 20 см
- пл. – 80 га

L=620 × B=1290

Для агрегатування важкої дискової борони БДВП-4,2 з пристроєм для коткування ґрунту застосовуємо трактор Т-150.

Навіску трактора встановлюємо по три точковій схемі. В шарніри нижніх тяг встановлюємо причіпну дошку, при цьому обмежувальні ланцюги стягують так, щоб не було коливань дошки в поперечній площині. Гідросистему борони та трактора з'єднують між собою за допомогою рукавів високого тиску та розривних муфт. Гідросистему борони приєднують до вільної секції гідро розподільника.

Перевірити технічний стан борони. Відповідно до карти мащення змастити борону. Кут атаки передніх та задніх секцій встановити в межах 10^0. Коток встановити перпендикулярно до напрямку руху на відстані 20 см між дисками та ребрами котка.

Визначаємо опір:

$$K = K_0 \cdot \left[1 + \left(V_p - V_0\right) \cdot \frac{\Delta C}{100}\right], \qquad (3.13)$$

де K_0 –V_0=5 км/год, K_0 = 5,5 кН/м;

V_p –км/год;

ΔC –, ΔC = 1%.

Таблиця 3.1

Таблиця вихідних даних тракторів Т-150

Передача	V_p, км/год	$P_{кр}$, кН	G_m, кг/год	δ, %
III	8,3	34,1	26	8,9
IV	11	28,4	28,7	7,5

$$K_{\text{III}} = 5{,}5 \cdot \left[1 + (8{,}2 - 5) \cdot \frac{1}{100}\right] = 5{,}68\,\text{кН/м};$$

$$K_{\text{IV}} = 5{,}5 \cdot \left[1 + (11 - 5) \cdot \frac{1}{100}\right] = 5{,}56\,\text{кН/м}.$$

Захвату ширину агрегату визначаємо:

$$B_{пр} = \frac{P_{кр} G \sin\alpha}{K + S_м \sin\alpha + S_{БИГ}(f + \sin\alpha)} \qquad (3.14)$$

де $P_{кр}$ –, кН;

G – , кН;

$\sin\alpha \approx \text{tg}\alpha = \frac{i}{100}$ $\sin\alpha = 0{,}01$;

$S_м = \frac{G_м}{b_к}$ – кН.

$$S_м = \frac{17{,}5}{4{,}5} = 3{,}88 \text{ кН/м};$$

$$B_{пр(\text{III})} = \frac{34{,}1 - 72{,}5 \cdot 0{,}01}{5{,}68 + 3{,}88 \cdot 0{,}01} = 5{,}83 \text{ м};$$

$$B_{пр(\text{IV})} = \frac{28{,}4 - 75{,}5 \cdot 0{,}01}{5{,}56 + 3{,}88 \cdot 0{,}01} = 4{,}25\text{м}$$

В агрегаті кількість машин визначаємо:

$$n = \frac{B_{пр}}{b_к}; \tag{3.15}$$

$$n_{(Ш)} = \frac{5{,}87}{4{,}2} = 1{,}3 \text{ шт.};$$

$$n_{(IV)} = \frac{4{,}25}{4{,}2} = 1{,}1 \text{шт..}$$

Одна машина приймається

Агрегату опір тяговий:

$$R_a = n \cdot B_p \cdot K + G_м \cdot n \cdot \sin\alpha, \tag{3.16}$$

де B_p –, м.

$$B_p = b_к \beta, \tag{3.17}$$

де β = 0,96;

$$B_p = 4{,}2 \cdot 0{,}96 = 4{,}03 \text{м};$$

$$R_{a(Ш)} = 1 \cdot 4{,}03 \cdot 5{,}68 + 1 \cdot 17{,}5 \cdot 0{,}01 = 24{,}9 \text{ кН};$$

$$R_{a(IV)} = 1 \cdot 4{,}03 \cdot 5{,}56 + 1 \cdot 17{,}5 \cdot 0{,}01 = 24{,}35 \text{кН}.$$

Тягового зусилля коефіцієнт визначаємо:

$$\xi_p = \frac{R_a}{R_{кр} - G\sin\alpha}; \tag{3.18}$$

$$\xi_{p(Ш)} = \frac{24{,}9}{34{,}1 - 17{,}5 \cdot 0{,}01} = 0{,}73;$$

$$\xi_{p(\text{IV})} = \frac{24{,}35}{28{,}4 - 17{,}5 \cdot 0{,}01} = 0{,}86.$$

Таблиця 3.2

Основні параметри трактора при роботі

Передача	R_a, кН	ξ	V_p, км/год	G_m, кг/год
IV	28,4	0,86	11	28,7

3.6 Продуктивності агрегату визначення

Смуги поворотної ширину E. (E = 16,8 м)

$$L_x = (6{,}6...8{,}0)R_0 + 2e; \tag{3.19}$$

$$L_x = 8 \cdot 4{,}5 + 2 \cdot 5{,}4 = 46{,}8 \text{ м}$$

$$L_x = L - 2E; \tag{3.20}$$

$$L_x = 620 - 2 \cdot 16{,}8 = 586{,}4 \text{м}.$$

$$t_p = \frac{0{,}06 \cdot L_p}{V_p} \tag{3.21}$$

$$t_p = \frac{0{,}06 \cdot 586{,}4}{11} = 3{,}2 \text{ хв}.$$

$$t_x = \frac{0{,}06 \cdot L_x}{V_x}, \tag{3.22}$$

$$t_x = \frac{0{,}06 \cdot 46{,}8}{5} = 0{,}56 хв$$

$$t_ц = t_р + t_к + t_{оч}; \tag{3.23}$$

$$t_ц = 3{,}2 + 0{,}56 + 2 = 5{,}76 \text{хв.}$$

$$t_{нц} = t_{ост} + t_{контр} + t_{об} + t_{въезд} + t_{выезд}, \tag{3.24}$$

$$t_{нц} = 10 + 10 + 20 + 0{,}5 + 0{,}5 = 41 \text{хв.}$$

$$П_ц = \frac{T_{см} - t_{нц}}{t_ц}, \tag{3.25}$$

$$П_ц = \frac{480 - 41}{5{,}76} = 76{,}2,$$

Прийнято $П_ц = 78$ цик.

$$T_{см} = П_ц \left(t_р + t_х + t_{оч}\right) + t_{нц}; \tag{3.26}$$

$$T_{см} = 78 \cdot 5{,}76 + 41 = 490{,}28 \text{хв}$$

$$\tau = \frac{T_р}{T_{см}} = \frac{t_ц П_ц}{T_{см}}; \tag{3.27}$$

$$\tau = \frac{5{,}76 \cdot 78}{490{,}28} = 0{,}915.$$

$$W_ч = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot \tau; \tag{3.28}$$

$$W_ч = 0{,}1 \cdot 4{,}2 \cdot 11 \cdot 0{,}915 = 4{,}23 \text{га/год.}$$

(3.29)

$$g = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{60 \cdot F_з},$$

$$T_p = t_{р} \cdot П_ц; \tag{3.30}$$

T_p = 3,2·78 = 249,6 хв. ≈ 4,16 год;

$$T_x = t_x \cdot П_ц + t_{въезда} + t_{выезда}; \tag{3.31}$$

$T_x = 0{,}56 \cdot 78 + 0{,}5 + 0{,}5 = 44{,}68$хв. = 0,74 год.

$$T_o = t_{оч} \cdot П_ц + t_{контр} + t_{ост} + t_{об}; \tag{3.32}$$

$T_o = 2 \cdot 78 + 10 + 10 + 20 = 166$хв. = 3,26 год;

$$F_з = W_ч \cdot T_p; \tag{3.33}$$

$F_з = 4{,}2 \cdot 4{,}16 = 17{,}5$га.

$$g = \frac{24 \cdot 4{,}16 + 13 \cdot 0{,}74 + 2{,}5 \cdot 3{,}26}{17{,}5} = 6{,}72 \text{кг/га}.$$

Висновки

За технологією, що застосовується в господарстві, відразу ж після оранки ґрунту проводять суцільну культивацію для уникнення надмірного випаровування вологи і вирівнювання поверхні поля. Застосування пропонованого агрегату, завдяки подрібненню грудок і вирівнювання поверхні поля дозволить уникнути суцільної культивації ґрунту та оранки.

Розрахунками встановлено що діаметр осі котка повинно бути d = 28 мм, а діаметри посадочних місць підшипника $d_{підш}$=25 мм.

- розрахунок до вибору підшипників вибрано шарикові радіальні підшипники 180205 для діаметра d=25 мм, для яких $C_{2кат}$ = 11000 Н

- обґрунтовано якість спушування ґрунту дисковим робочим органом, де середній приведений діаметр, що утворились в результаті розпушення ґрунту дисковим агрегатом склав D = 30мм.

В таких умовах експлуатації продуктивність за одну годину змінного часу буде $W_ч = 4{,}23$га/год., оброблювана площа загінки чи продуктивність зазміну роботи: $F_з = 17{,}5$га. при погектарних витратах палива $g = 6{,}72$ кг/га.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується широким використанням механізованих засобів обробітку ґрунту. Серед них важливе місце займають дискові ґрунтообробні знаряддя, які застосовуються для виконання поверхневого та передпосівного обробітку ґрунту, подрібнення рослинних решток, боротьби з бур'янами та вирівнювання поверхні поля. Разом з тим використання таких машин пов'язане з підвищеною небезпекою для обслуговуючого персоналу, оскільки їх робочі органи мають значну масу, гострі кромки та обертаються під час руху агрегату. Тому дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки є необхідною умовою забезпечення безпечної роботи машинно-тракторних агрегатів і запобігання виробничому травматизму.

Охорона праці при роботі з дисковими ґрунтообробними знаряддями передбачає систему організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання технологічних операцій. Основними небезпечними факторами при роботі з дисковими агрегатами є рухомі та обертові частини машин, можливість наїзду або притискання агрегатом, травмування гострими кромками дисків, а також підвищений рівень шуму, вібрації та запиленості повітря.

До роботи з дисковими ґрунтообробними знаряддями допускаються особи, які досягли встановленого законодавством віку, пройшли медичний огляд, мають відповідну кваліфікацію та посвідчення на право керування трактором. Крім того, працівники повинні пройти вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці, а також навчання безпечним методам виконання робіт. Регулярне проведення повторних інструктажів та перевірка знань правил безпеки є важливою складовою профілактики виробничого травматизму.

Перед початком роботи тракторист повинен уважно ознайомитися з технічним станом машини та переконатися у справності всіх її вузлів і механізмів. Особливу увагу необхідно приділяти стану робочих органів, підшипникових вузлів, системи кріплення дисків, а також з’єднанню знаряддя з трактором. Усі різьбові з’єднання повинні бути надійно затягнуті, а захисні елементи та огородження – встановлені відповідно до вимог експлуатаційної документації.

Перед агрегатуванням дискового знаряддя з трактором необхідно встановити машину на рівному майданчику та забезпечити її стійке положення. Під час приєднання знаряддя до трактора забороняється перебувати між трактором і знаряддям у момент руху трактора. З’єднання повинно виконуватися лише після повної зупинки машини та за участю двох осіб, одна з яких контролює процес агрегатування.

Після завершення агрегатування необхідно перевірити справність гідравлічної системи, механізмів регулювання глибини обробітку та транспортних пристроїв. Особливо важливо переконатися у відсутності витоків гідравлічної рідини та справності шлангів високого тиску. Пошкоджені або зношені елементи системи повинні бути негайно замінені.

Під час виконання польових робіт тракторист повинен суворо дотримуватися встановленого режиму роботи агрегату. Забороняється перевищувати рекомендовану швидкість руху, оскільки це може призвести до погіршення керованості агрегату та підвищення ризику аварійних ситуацій. Крім того, необхідно постійно контролювати роботу робочих органів і звертати увагу на сторонні шуми, вібрації або інші ознаки несправності.

Особливо небезпечним є перебування сторонніх осіб поблизу працюючого агрегату. Під час роботи дискових знарядь можливе відкидання каміння, грудок ґрунту або рослинних решток, що може спричинити травмування людей. Тому під час роботи агрегату забороняється перебування людей на відстані менш ніж 20–30 метрів від машини.

Під час руху агрегату по полю тракторист повинен дотримуватися правил безпечного маневрування. Повороти слід виконувати плавно, попередньо піднявши знаряддя у транспортне положення. Забороняється виконувати різкі повороти або маневри при заглиблених у ґрунт робочих органах, оскільки це може призвести до пошкодження машини або втрати її стійкості.

Особливу увагу необхідно приділяти роботі на полях зі складним рельєфом. На схилах існує підвищена небезпека перекидання агрегату. У таких умовах рух слід здійснювати вздовж горизонталей рельєфу, уникати різких поворотів та різкого гальмування. Кут нахилу поверхні поля не повинен перевищувати допустимих значень, встановлених для конкретного типу агрегату.

У процесі експлуатації дискових знарядь можуть виникати ситуації, пов’язані із забиванням робочих органів рослинними рештками або ґрунтом. Очищення робочих органів допускається лише після повної зупинки агрегату, вимкнення двигуна трактора та опускання знаряддя на землю. Забороняється виконувати очищення або ремонтні роботи при працюючому двигуні або піднятому знарядді без додаткових упорів.

Технічне обслуговування дискових знарядь повинно проводитися відповідно до встановленого регламенту. Перед виконанням ремонтних або регулювальних робіт агрегат необхідно встановити на рівному майданчику, загальмувати трактор і підкласти під колеса упори. Якщо знаряддя підняте за допомогою гідравлічної системи, необхідно обов’язково встановити спеціальні страхувальні підставки.

Під час виконання технічного обслуговування працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту. До них належать захисні рукавиці, спеціальний одяг, захисне взуття та, за необхідності, засоби захисту органів зору та слуху. Використання таких засобів дозволяє зменшити ризик травмування під час контакту з гострими або рухомими елементами машини.

Особливу обережність необхідно проявляти під час роботи з дисковими робочими органами, оскільки їх ріжучі кромки можуть спричинити серйозні порізи. Під час демонтажу або встановлення дисків необхідно використовувати спеціальний інструмент та уникати дотику до ріжучих поверхонь без захисних рукавиць.

Під час транспортування дискових знарядь дорогами загального користування необхідно дотримуватися правил дорожнього руху та вимог безпеки. Перед виїздом на дорогу агрегат слід перевести у транспортне положення, зафіксувати робочі органи та перевірити справність світлової сигналізації. Якщо ширина агрегату перевищує встановлені норми, необхідно використовувати спеціальні попереджувальні знаки.

У темний час доби або в умовах недостатньої видимості агрегат повинен бути обладнаний справними світловими приладами та світловідбивними елементами. Це дозволяє підвищити безпеку руху та зменшити ризик дорожньо-транспортних пригод.

Після завершення роботи необхідно очистити машину від ґрунту та рослинних решток, перевірити стан робочих органів і вузлів кріплення. Знаряддя повинно зберігатися на спеціально відведеному майданчику з твердим покриттям. Під час тривалого зберігання необхідно виконати консервацію окремих вузлів і механізмів.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при роботі з дисковими ґрунтообробними знаряддями є важливою умовою забезпечення безпечної експлуатації машинно-тракторних агрегатів. Виконання комплексу організаційних, технічних та профілактичних заходів дозволяє значно знизити ризик виробничого травматизму, підвищити надійність роботи техніки та забезпечити ефективне виконання технологічних операцій у сільськогосподарському виробництві.

Важливим аспектом забезпечення безпеки під час роботи з дисковими ґрунтообробними знаряддями є правильна організація робочого місця тракториста. Кабіна трактора повинна бути обладнана справними органами

керування, системами освітлення, вентиляції та кондиціювання. Робоче місце оператора повинно забезпечувати достатню оглядовість робочої зони агрегату, що дозволяє своєчасно реагувати на зміну умов роботи та запобігати виникненню небезпечних ситуацій. Сидіння тракториста повинно бути відрегульоване відповідно до зросту та маси оператора, що сприяє зменшенню втоми та підвищенню точності керування агрегатом.

Не менш важливим фактором безпеки є дотримання встановленого режиму праці та відпочинку. Тривала робота на тракторі супроводжується значними фізичними та психоемоційними навантаженнями, що можуть призводити до зниження уваги та збільшення ризику помилкових дій. Тому робочий день тракториста повинен бути організований таким чином, щоб передбачати регулярні перерви для відпочинку. Під час перерв оператор повинен залишати кабіну трактора, виконувати легкі фізичні вправи та відновлювати працездатність.

Під час експлуатації дискових ґрунтообробних агрегатів важливим є контроль технічного стану ходової частини трактора та причіпного пристрою. Несправність цих елементів може призвести до втрати керованості агрегату, що становить серйозну небезпеку для оператора та оточуючих. Особливу увагу необхідно приділяти стану шин, системи гальмування, рульового керування та гідравлічної системи. У разі виявлення будь-яких несправностей експлуатація машини повинна бути негайно припинена до їх повного усунення.

Окрему увагу слід приділяти роботі агрегату в умовах підвищеної запиленості. Під час обробітку сухого ґрунту у повітря піднімається значна кількість пилу, що може негативно впливати на органи дихання працівників. Для зменшення шкідливого впливу пилу трактор повинен бути обладнаний герметичною кабіною з фільтраційною системою вентиляції. У випадках, коли рівень запиленості перевищує допустимі норми, працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання.

Важливою складовою системи охорони праці є пожежна безпека під час експлуатації машинно-тракторних агрегатів. У процесі роботи можливе накопичення сухих рослинних решток на елементах машини, що підвищує ризик виникнення пожежі. Тому необхідно регулярно очищати агрегат від пожнивних залишків і контролювати стан вихлопної системи трактора. У кабіні трактора обов'язково повинен бути справний вогнегасник, придатний для гасіння пожеж у початковій стадії. Особливу увагу необхідно приділяти роботі агрегатів у нічний час або за умов недостатньої видимості. У таких умовах трактор та знаряддя повинні бути обладнані додатковими освітлювальними приладами, що забезпечують достатнє освітлення робочої зони. Оператор повинен постійно контролювати положення агрегату відносно меж поля, перешкод та інших транспортних засобів.

Під час виконання польових робіт можуть виникати ситуації, пов'язані з наїздом на сторонні предмети, каміння або залишки техніки. Такі перешкоди можуть спричинити пошкодження робочих органів або різке відхилення агрегату від заданої траєкторії руху. Тому перед початком обробітку необхідно проводити огляд поля та, за можливості, видаляти великі сторонні предмети, що можуть становити небезпеку для роботи техніки.

Значну роль у забезпеченні безпеки відіграє правильна організація технічного обслуговування машин. Усі роботи з технічного обслуговування повинні виконуватися відповідно до інструкцій заводу-виробника та із застосуванням справного інструменту. Забороняється використовувати несправний або невідповідний інструмент, оскільки це може призвести до травмування працівників.

Під час виконання зварювальних або інших ремонтних робіт на дискових знаряддях необхідно дотримуватися спеціальних правил безпеки. Зварювальні роботи повинні виконуватися лише кваліфікованими працівниками з використанням відповідних засобів захисту, таких як захисні маски, рукавиці та спеціальний одяг. Перед початком зварювання необхідно очистити робочу зону від горючих матеріалів і переконатися у відсутності

витоків пального або мастильних матеріалів. Важливим елементом профілактики виробничого травматизму є систематичний контроль за станом виробничої дисципліни. Працівники повинні суворо дотримуватися встановлених правил безпеки, не допускати самовільного виконання робіт, що не входять до їхніх обов’язків, та не використовувати техніку без відповідного дозволу. У разі виникнення аварійної ситуації тракторист повинен негайно зупинити агрегат, вимкнути двигун і вжити заходів для запобігання подальшому розвитку небезпечної ситуації. Якщо є потерпілі, необхідно надати їм першу домедичну допомогу та викликати медичних працівників.

Важливою складовою системи охорони праці є також проведення профілактичних заходів, спрямованих на підвищення культури безпеки серед працівників. До таких заходів належать регулярні інструктажі, навчання безпечним методам роботи, проведення виробничих нарад та аналіз причин можливих аварійних ситуацій.

Висновки

Таким чином, забезпечення безпечної роботи з дисковими ґрунтообробними знаряддями ґрунтується на комплексному підході, що включає дотримання організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних вимог. Важливу роль у цьому процесі відіграє належна підготовка персоналу, своєчасне технічне обслуговування машин, використання засобів індивідуального захисту та суворе дотримання правил експлуатації техніки.

Дотримання зазначених вимог дозволяє значно зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій і виробничого травматизму, забезпечити надійну роботу машинно-тракторних агрегатів та створити безпечні умови праці для працівників аграрного виробництва. Крім того, підвищення рівня безпеки праці сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів і забезпечує стабільну роботу сільськогосподарських підприємств.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

У сучасних умовах розвитку сільського господарства важливого значення набуває підвищення ефективності використання матеріально-технічних ресурсів. Сільськогосподарське виробництво характеризується значною залежністю від технічного забезпечення, оскільки більшість технологічних процесів пов’язана із застосуванням машинно-тракторних агрегатів. Саме рівень механізації та технічної оснащеності господарств значною мірою визначає продуктивність праці, якість виконання технологічних операцій та економічні результати діяльності аграрних підприємств.

Одним із важливих напрямів підвищення ефективності аграрного виробництва є удосконалення конструкції сільськогосподарських машин і впровадження модернізованої техніки. Використання вдосконалених машин дозволяє підвищити продуктивність технологічних процесів, знизити витрати енергетичних ресурсів, зменшити експлуатаційні витрати та покращити якість виконання агротехнічних операцій. У зв’язку з цим технічні розробки, спрямовані на модернізацію ґрунтообробної техніки, повинні супроводжуватися економічним обґрунтуванням їх доцільності.

Поверхневий обробіток ґрунту є важливою складовою технології вирощування сільськогосподарських культур. Він забезпечує подрібнення рослинних решток, знищення бур’янів, розпушування верхнього шару ґрунту та створення сприятливих умов для накопичення вологи і розвитку кореневої системи рослин. Для виконання цих операцій широко застосовуються дискові ґрунтообробні знаряддя, зокрема дискові борони, які відзначаються універсальністю та здатністю ефективно працювати на полях із значною кількістю пожнивних решток.

Разом з тим експлуатація традиційних конструкцій дискових борін не завжди забезпечує достатній рівень енергоефективності та економічної доцільності. Значні витрати пального, зношування робочих органів та

недостатня продуктивність машин можуть призводити до збільшення собівартості виконання технологічних операцій. У зв’язку з цим виникає необхідність удосконалення конструкції дискових борін, спрямованого на підвищення їх техніко-економічних показників.

Модернізація дискової борони БДВП-4,2 передбачає вдосконалення конструкції робочих органів та окремих елементів машини, що дозволяє підвищити ефективність взаємодії робочих органів із ґрунтом, покращити якість подрібнення рослинних решток та зменшити тяговий опір агрегату. У результаті впровадження таких технічних рішень очікується підвищення продуктивності машинно-тракторного агрегату, зменшення витрат пального та зниження експлуатаційних витрат.

Важливим етапом оцінки доцільності впровадження модернізованої техніки є проведення економічного аналізу. Економічна оцінка дозволяє визначити ефективність запропонованих технічних рішень, порівняти витрати та результати використання базової і модернізованої машин, а також встановити очікуваний економічний ефект від їх застосування у виробничих умовах. Основними показниками такої оцінки є продуктивність агрегату, витрати пального, собівартість виконання технологічної операції, річний економічний ефект та строк окупності витрат на модернізацію.

Крім того, економічний аналіз дозволяє оцінити вплив модернізації машини на загальну ефективність виробничого процесу. Підвищення продуктивності техніки сприяє скороченню термінів виконання польових робіт, що є важливим фактором у забезпеченні своєчасного проведення агротехнічних заходів. Зменшення витрат пального та експлуатаційних витрат, у свою чергу, дозволяє підвищити економічну ефективність використання машинно-тракторного парку та знизити собівартість виробництва сільськогосподарської продукції.

Особливого значення економічна оцінка набуває в умовах постійного зростання вартості енергетичних ресурсів, запасних частин та технічного обслуговування машин. У таких умовах навіть незначне зниження витрат на

виконання технологічних операцій може забезпечити суттєвий економічний ефект у масштабах господарства. Саме тому впровадження модернізованих машин повинно супроводжуватися детальним аналізом економічної доцільності їх використання.

Таким чином, проведення економічного аналізу є важливим етапом комплексної оцінки ефективності модернізації ґрунтообробної техніки та дозволяє визначити економічні переваги впровадження вдосконалених машин у сучасному аграрному виробництві.

Початкові значення для розрахунків приведено в додатку А.

Дискова борона БДВП-4,2 призначена для поверхневого обробітку ґрунту, подрібнення рослинних решток та підготовки ґрунту до сівби. Робоча ширина захвату становить 4,2 м, робоча швидкість - 8–12 км/год, а продуктивність агрегату досягає 3,4–5,0 га/год залежно від умов роботи.

Б

$$К_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{80}{5,19} = 15,41 \text{ год.}$$

$$К_{НГ} = \frac{80}{8,7} = 9,19 \text{ год.}$$

$$\sum К_{НГ} = 15,41 + 9,19 = 24,6 \text{ год.}$$

П

$$К_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{80}{4,23} = 18,91 \text{ год.}$$

Витрати праці:

Б

$В_П = К_{НГ} \cdot n = 24,6 \cdot 1 = 24,6.$

П

$В_П = 18,91 \cdot 1 = 18,91$ год.

$$П = \frac{C_T}{W_{ГОД}} \cdot K_1 \cdot K \ ,$$

Б

П = 19,07 грн./га

П = 11,37грн./га

∑ П = 30,44 грн./га

П

П = 23,40 грн./га

Б

П

Тр: $А_{ТР}$ = 28,90 грн/га $А_{ТР}$ = 35,46 грн/га

Б: $А_{М}$ = 4,80 грн/га $А_{М}$ = 6,9 грн/га

К: $А_{М}$ = 3,58 грн/га

$А_{\Sigma}$ = 28,90 + 4,8 + 3,58 = 37,28грн/га

$А_{\Sigma}$ = 35,46 + 6,9 = 42,36 грн/га

ПММ витрати

Б

Б: $В_{ПММ}$ = 80 · 5,6 = 448 грн./га

К: $В_{ПММ}$ = 80 · 4,9 = 392 грн./га

$\sum В_{ПММ}$ = 448 + 392 = 840 грн./га

П

$В_{ПММ}$ = 80 · 6,72 = 537,6 грн./га

$$В = \frac{B_{Б} \cdot (\alpha_{ТО} + \alpha_{З} + \alpha_{ТР})}{100 \cdot K_{НГ} \cdot W_{ГОД}},$$

Б

Т: $В_{ТР}$ = 1440,39 грн./га

$В_{ТР}$ = 1440,30 грн./га

П

$В_{ТР}$ = 1497,19 грн./га

Б

Б: $В_{М}$ = 61,51 грн/га

К: $В_{М}$ = 76,92 грн/га

Проект

$В_{М}$ = 71,75 грн/га

В = 1440,39 + 1440,30 + 61,51 + 76,92 = 3019,12 грн/га

В = 1497,19 + 71,75 = 1568,94 грн/га

Б

$Е_В$ = 30,44 + 37,28 + 840 + 3019,12 = 3926,84 грн/га

П

$Е_В$ = 23,40 + 42,36 + 537,6 + 1568,94 = 2172,3 грн/га

Б П

$Е_\Sigma$ = 3926,84 · 80 = 314147,2 грн. $Е_\Sigma$ = 2172,3· 80 = 173784 грн.

Б П

Т: $К_В = \frac{B_Б}{W_{СЕЗ}} = \frac{300000}{80} = 3750$ грн/га $К_В = \frac{B_Б}{W_{СЕЗ}} = \frac{300000}{80} = 3750$ грн/га

Б: $К_В = \frac{30000}{80} = 375$грн/га $К_В = \frac{35000}{80} = 437,5$грн/га

К: $К_В = \frac{37500}{80} = 468,75$ грн/га

Б П

$К_В$ = 4593,75 грн/га $К_В$ = 4187,5 грн/га

Б

$П_В$ = 3926,84+ 0,15 · 4593,75 = 4615,90 грн./га

П

$П_В$ = 2172,3 + 0,15 · 4187,5 = 2800,42 грн./га

Б

$П_{В\Sigma}$ = 4615,90 · 80 = 369272 грн.

П

$П_{В\Sigma}$ = 2800,42 · 80 = 224033,6 грн.

$Е_Е$ = 369272 – 224033,6 = 14523,4 грн.

Строк окупності додаткових капітальних витрат

N = 0,1

Висновки

У цьому розділі виконано розрахунок економічної ефективності застосування модернізованої дискової борони БДВП-4,2 у технологічному процесі поверхневого обробітку ґрунту. У процесі розрахунку визначено продуктивність агрегату, витрати пального, експлуатаційні витрати на виконання технологічної операції, а також встановлено економічний ефект від впровадження модернізованої машини у виробництво. Отримані результати дозволяють обґрунтувати доцільність застосування запропонованого технічного рішення та оцінити його вплив на ефективність виробничої діяльності сільськогосподарського підприємства (145238,4 грн при терміні окупності 0,1 р).

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз використання дискових ґрунтообробних знарядь показав, що існуючі агрегати не завжди забезпечують належну якість обробітку ґрунту, особливо за умов підвищеної вологості або значної кількості рослинних решток. Відмічено недостатню ефективність подрібнення пожнивних залишків, нерівномірність глибини обробітку та підвищений опір руху агрегатів, що призводить до збільшення енергетичних витрат. У цьому контексті особливої актуальності набуває питання модернізації дискової борони типу БДВП-4,2, яка широко використовується на підприємстві для поверхневого обробітку ґрунту. Проведений аналіз показав, що існуюча конструкція агрегату має потенціал для удосконалення, зокрема в частині робочих органів, системи регулювання кута атаки дисків, а також підвищення зносостійкості елементів.

Модернізація БДВП-4,2 дозволить: підвищити якість кришіння та вирівнювання ґрунту; зменшити енергетичні витрати на одиницю обробленої площі; покращити адаптацію агрегату до різних ґрунтово-кліматичних умов; знизити рівень простоїв і витрат на ремонт; підвищити загальну продуктивність машинно-тракторного парку. Таким чином, результати аналізу господарської діяльності свідчать про необхідність технічного оновлення та модернізації ґрунтообробної техніки підприємства. Зокрема, удосконалення конструкції борони БДВП-4,2 є економічно та технологічно обґрунтованим заходом, який сприятиме підвищенню ефективності виробництва, зниженню собівартості польових робіт та покращенню агротехнічних показників обробітку ґрунту.

2. Аналіз існуючих конструкцій дискових знарядь показує, що вони мають широкий спектр конструктивних рішень, спрямованих на підвищення ефективності поверхневого обробітку ґрунту. Найбільш перспективними є конструкції з індивідуальним кріпленням дисків та амортизаційними елементами, які забезпечують кращу адаптацію до умов роботи та підвищену

надійність. Разом з тим, залишаються актуальними питання зниження зносу робочих органів, оптимізації енергетичних витрат і підвищення якості обробітку, що визначає напрям подальших наукових досліджень.

Патентний аналіз показує, що розвиток дискових знарядь для поверхневого обробітку ґрунту відбувається у напрямі підвищення їх універсальності, надійності та ефективності. Основна увага приділяється вдосконаленню конструкції робочих органів, систем їх кріплення та підшипникових вузлів. Найбільш перспективними є рішення, що передбачають: індивідуальне кріплення дисків із амортизаційними елементами; застосування зносостійких матеріалів; комбінування операцій в одному агрегаті. Отримані результати можуть бути використані як основа для подальшого вдосконалення конструкції дискових знарядь, зокрема при розробці модернізованих робочих органів і вузлів їх кріплення. Буде взято за основу авторське свідоцтво № 73634.

3. За технологією, що застосовується в господарстві, відразу ж після оранки ґрунту проводять суцільну культивацію для уникнення надмірного випаровування вологи і вирівнювання поверхні поля. Застосування пропонованого агрегату, завдяки подрібненню грудок і вирівнювання поверхні поля дозволить уникнути суцільної культивації ґрунту та оранки. Розрахунками встановлено що діаметр осі котка повинно бути d = 28 мм, а діаметри посадочних місць підшипника $d_{підш}$=25 мм.

- розрахунок до вибору підшипників вибрано шарикові радіальні підшипники 180205 для діаметра d=25 мм, для яких $C_{2кат}$ = 11000 Н
- обґрунтовано якість спушування ґрунту дисковим робочим органом, де середній приведений діаметр, що утворились в результаті розпушення ґрунту дисковим агрегатом склав D = 30мм.

В таких умовах експлуатації продуктивність за одну годину змінного часу буде $W_ч = 4{,}23$га/год., оброблювана площа загінки чи продуктивність зазміну роботи: $F_з = 17{,}5$га. при погектарних витратах палива $g = 6{,}72$ кг/га.

4. Таким чином, забезпечення безпечної роботи з дисковими ґрунтообробними знаряддями ґрунтується на комплексному підході, що включає дотримання організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних вимог. Важливу роль у цьому процесі відіграє належна підготовка персоналу, своєчасне технічне обслуговування машин, використання засобів індивідуального захисту та суворе дотримання правил експлуатації техніки.

Дотримання зазначених вимог дозволяє значно зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій і виробничого травматизму, забезпечити надійну роботу машинно-тракторних агрегатів та створити безпечні умови праці для працівників аграрного виробництва. Крім того, підвищення рівня безпеки праці сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів і забезпечує стабільну роботу сільськогосподарських підприємств.

5. Виконано розрахунок економічної ефективності застосування модернізованої дискової борони БДВП-4,2 у технологічному процесі поверхневого обробітку ґрунту. У процесі розрахунку визначено продуктивність агрегату, витрати пального, експлуатаційні витрати на виконання технологічної операції, а також встановлено економічний ефект від впровадження модернізованої машини у виробництво. Отримані результати дозволяють обґрунтувати доцільність застосування запропонованого технічного рішення та оцінити його вплив на ефективність виробничої діяльності сільськогосподарського підприємства (145238,4 грн при терміні окупності 0,1 р).

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко І. П. Сільськогосподарські машини : підручник. – Київ : Вища освіта, 2018. – 512 с. – С. 215–243.

2. Кравчук В. І., Мельник Ю. Ф., Марченко В. В. Машини для обробітку ґрунту : навч. посіб. – Київ : Аграрна наука, 2015. – 368 с. – С. 102–145.

3. Ловейкін В. С., Рубаненко О. М. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин. – Київ : НУБіП України, 2017. – 296 с. – С. 167–198.

4. Гончарук І. В. Ґрунтообробні машини та знаряддя : навч. посіб. – Харків : ХНТУСГ, 2016. – 240 с. – С. 88–126.

5. Сисолін П. В., Кравець С. І. Механізація рослинництва. – Київ : Урожай, 2014. – 384 с. – С. 134–162.

6. Погорілий В. Ф. Сільськогосподарська техніка : довідник. – Київ : Техніка, 2013. – 560 с. – С. 201–235.

7. Кузьмінський О. Б. Дискові робочі органи ґрунтообробних машин : монографія. – Львів : Сполом, 2019. – 220 с. – С. 45–98.

8. Мельник І. І., Пастухов В. І. Основи механізації аграрного виробництва. – Київ : Кондор, 2020. – 350 с. – С. 156–190.

9. ДСТУ 2240-93. Машини сільськогосподарські. Терміни та визначення. – Київ : Держстандарт України, 1993. – 52 с.

10. ДСТУ 2981-95. Техніка сільськогосподарська. Методи випробувань. – Київ : Держстандарт України, 1995. – 78 с.

11. Гринченко О. С. Дослідження параметрів дискових робочих органів ґрунтообробних машин // Вісник аграрної науки. – 2021. – № 5. – С. 45–51.

12. Шевченко М. П. Обґрунтування параметрів дискових борін для поверхневого обробітку ґрунту // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2020. – № 2. – С. 78–84.

13. Пастухов В. І. Сільськогосподарські машини та їх використання. – Харків : Факт, 2012. – 380 с. – С. 120–158.

14. Бондаренко П. М. Машини для поверхневого обробітку ґрунту. – Дніпро : Пороги, 2019. – 210 с. – С. 65–104.

15. Ткаченко М. О. Теоретичні основи взаємодії дискових робочих органів із ґрунтом // Вісник ХНТУСГ. – 2022. – № 198. – С. 34–41.

16. Романенко В. Д. Аналіз конструкцій дискових борін // Техніка АПК. – 2021. – № 3. – С. 22–28.

17. Коваленко О. Л. Обґрунтування параметрів дискових агрегатів для мінімального обробітку ґрунту // Агроінженерія. – 2020. – № 4. – С. 56–63.

18. Литвиненко С. В. Дослідження процесу подрібнення ґрунту дисковими органами // Збірник наукових праць НУБіП України. – 2019. – № 289. – С. 112–118.

19. Сало В. М. Механіко-технологічні властивості ґрунту при поверхневому обробітку. – Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2017. – 180 с. – С. 90–128.

20. Черновол М. І. Теорія робочих процесів сільськогосподарських машин. – Київ : Либідь, 2016. – 300 с. – С. 142–176.

21. Михайлов В. В. Soil Tillage Engineering. – Berlin : Springer, 2018. – 450 p. – P. 210–245.

22. Kroulík M., Kumhála F. Soil Tillage Machines. – Prague : Czech University of Life Sciences, 2015. – 320 p. – P. 95–130.

23. Kushwaha R. L. Soil–Tool Interaction. – Amsterdam : Elsevier, 2019. – 410 p. – P. 180–220.

24. ASABE Standards. Agricultural Machinery Management Data. – St. Joseph : ASABE, 2020. – 150 p.

25. Godwin R. J. A Review of the Effect of Implement Geometry on Soil Failure and Implement Forces // Soil & Tillage Research. – 2007. – Vol. 97. – P. 331–340.

26. Upadhyaya S. K., Williams T. H. Advances in Soil Dynamics and Tillage. – Madison : ASAE, 2014. – 280 p. – P. 75–110.

27. Hanna H. M. Disk Harrow Operation and Adjustment // Iowa State University Extension. – 2021. – 12 p.

28. Патент України № 102345. Дискова борона / Іванов І. І. – Опубл. 25.06.2019. – Бюл. № 12. – 6 с.

29. Патент України № 115678. Робочий орган дискової борони / Петренко О. В. – Опубл. 10.03.2021. – Бюл. № 5. – 5 с.

30. Патент України № 99876. Ґрунтообробний агрегат / Сидоренко М. М. – Опубл. 15.08.2018. – Бюл. № 15. – 7 с.

31. Патент України № 121345. Дисковий робочий орган ґрунтообробної машини / Кравчук В. І., Шевченко М. П. – Опубл. 12.05.2022. – Бюл. № 9. – 6 с.

32. Патент України № 118902. Дискова борона з регульованим кутом атаки дисків / Мельник І. І., Коваленко О. Л. – Опубл. 20.11.2021. – Бюл. № 22. – 5 с.

33. Патент України № 109876. Ґрунтообробний агрегат з батареями сферичних дисків / Романенко В. Д. – Опубл. 18.07.2020. – Бюл. № 14. – 7 с.

34. Патент України № 104567. Дискова секція борони з амортизаційною підвіскою / Ткаченко М. О., Литвиненко С. В. – Опубл. 05.03.2019. – Бюл. № 5. – 6 с.

35. Патент України № 97654. Робочий орган для поверхневого обробітку ґрунту / Бондаренко П. М. – Опубл. 22.10.2018. – Бюл. № 20. – 5 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Агрегат		
			серійний		модернізований
			Т-150 + КПС-8	Т-150 + БДВП-4,2	Т-150 + БДВП-4,2М
1	Річний обсяг роботи	га	80	80	80
2	Продуктивність	га/год.	8,7	5,19	4,23
3	Витрати ПММ	кг/га	4,9	5,6	6,72
4	Вартість: - трактора - дискової борони - культиватора - всього	грн.	 - - 75000 -	 600000 60000 - 735000	 600000 70000 - 670000
5	Кількість обслуговуючого персоналу	чол.		1	1

Додаток Б

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	Обробіток грунту	
2	Об'єм роботи, га	80	80
3	Склад агрегату: трактор борона / культиватор	 Т-150 БДВП-4,2 / КПС-8	 Т -150 БДВП-4,2М
4	Продуктивність, га/год	5,1 / 8,79	4,23
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	15,41 / 9,19	18,91
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	 1 -	 1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	24,6	18,91
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	5,6 / 4,9	6,72
11	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	 300000 30000 / 37500 367500	 300000 35000 335000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	80	80
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	3926,84 30,44 28,90 4,80 / 3,58 37,28 840 3019,12	2172,3 23,40 35,46 6,9 42,36 537,6 1568,94
14	Капітальні вкладення, грн/га	4593,75	4187,5
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	4615,90 369272	2800,42 224033,6
16	Річний економічний ефект, грн		145238,4
17	Строк окупності, років		0,1