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 основного обробітку ґрунту з розробкою чизельного знаряддя

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

_____Гадяцький Максим Сергійович

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

Гадяцький Максим Сергійович.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту з розробкою чизельного знаряддя
Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
«05» травня 2026 року № 912

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

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

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. **Дата видачі завдання**: 12.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ _____.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ _____.
(підпис) (прізвище та ініціали)

фрм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
А4		1	52.ДП.084.000000.ПЗ	Пояснювальна записка		
				Графічні матеріали		
		2	52.ДП.084.000002	Огляд існуючих конструкцій		
		3	52.ДП.084.000003	Загальний вигляд машини		
		4	52.ДП.084.000004	Складальне креслення		
		5	52.ДП.084.000005	Деталювання		
		6	52.ДП.084.000006	Економічні показники		
		7	52.ДП.084.000007	Висновки		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	52.ДП.084.000000.ПЗ			
Розроб.		Гадяцький М.С.			Відомість дипломного проєкту	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пугач А.М.						4
Реценз.						ДДАЕУ		
Н. Контр.		Теслюк Г.В.						
Затверд.		Теслюк Г.В.						

АНОТАЦІЯ

Гадяцький Максим Сергійович Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту з розробкою чизельного знаряддя / 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 69 сторінках машинописного тексту, містить 45 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП……7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА ……..…….10
Висновки……12
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ і СПОСОБІВ АНАЛІЗ..…….14
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні……14
2.2 Конструкцій існуючих огляд ……17
2.3 Загальні положення патентного аналізу……24
Висновки……...……34
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ ……36
3.1 Конструкції розробленої опис ……36
3.2 Визначення тягового опору двостоякового чизельного робочого органу…… ……..38
3.3 Обґрунтування швидкості руху при виконанні технологічного процесу……43
3.4 Розрахунки експлуатаційні……46
3.5 Обґрунтування вала прикочуючих котків…..……...47
Висновки……50
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ52
Висновки……....56
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ……...58
Висновки……....60
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ……62
ЛІТЕРАТУРА……65
ДОДАТКИ……..69

ВСТУП

Сучасне сільське господарство перебуває на етапі інтенсивного розвитку, що супроводжується підвищенням вимог до ефективності використання ґрунтових ресурсів, енергозбереження та екологічної безпеки технологічних процесів. Одним із ключових чинників формування стабільної врожайності сільськогосподарських культур є раціональна система обробітку ґрунту, яка повинна забезпечувати оптимальні умови для росту і розвитку рослин, збереження родючості ґрунтів та запобігання їх деградації.

Основний обробіток ґрунту є базовою ланкою агротехнології вирощування культур і виконує комплекс важливих функцій: розпушування орного шару, регулювання водного, повітряного і теплового режимів, знищення бур'янів, загортання рослинних решток та добрив, а також створення сприятливої структури ґрунту. Традиційно для виконання основного обробітку широко застосовувалася полицева оранка, яка забезпечує повне перевертання пласта. Однак інтенсивне використання цієї технології впродовж тривалого часу призвело до низки негативних наслідків, серед яких ущільнення підорного шару (утворення плужної підошви), зниження вмісту органічної речовини, погіршення структури ґрунту та активізація ерозійних процесів.

У зв'язку з цим у сучасному землеробстві дедалі більшого поширення набувають альтернативні системи обробітку, зокрема безполицевий та мінімальний обробіток. Важливе місце серед них займає чизельний обробіток, який здійснюється за допомогою чизельних знарядь - спеціалізованих ґрунтообробних машин, призначених для глибокого розпушування ґрунту без обороту пласта. Такий підхід дозволяє зберігати природну будову ґрунтового профілю, сприяє накопиченню вологи, покращує аерацію та активізує біологічні процеси.

Чизельні знаряддя ефективно руйнують ущільнені шари ґрунту, зокрема плужну підошву, що утворюється внаслідок багаторазового проходження

важкої техніки та застосування полицевих плугів. Завдяки цьому покращується проникність ґрунту для води та кореневої системи рослин, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження та змін клімату. Крім того, чизелювання сприяє зменшенню поверхневого стоку води, підвищує її інфільтрацію та забезпечує більш ефективне використання атмосферних опадів.

Важливою перевагою чизельного обробітку є збереження рослинних решток на поверхні поля, що відповідає принципам ґрунтозахисного землеробства. Пожнивні рештки виконують функцію мульчі, захищаючи ґрунт від водної та вітрової ерозії, зменшуючи випаровування вологи та сприяючи накопиченню гумусу. Це особливо актуально для степових і лісостепових зон, де питання збереження вологи є критичним для отримання стабільних урожаїв.

Разом із тим, ефективність застосування чизельних знарядь значною мірою залежить від правильного вибору технологічних параметрів обробітку, конструкційних особливостей машин, ґрунтово-кліматичних умов та рівня технічного забезпечення господарств. Недотримання агротехнічних вимог може призвести до зниження якості обробітку, нерівномірного розпушування ґрунту, підвищення енергетичних витрат і, як наслідок, зменшення економічної ефективності.

Сучасні чизельні знаряддя характеризуються різноманітністю конструкційних рішень, що дозволяє адаптувати їх до різних умов експлуатації. Вони можуть комплектуватися різними типами робочих органів (лап, стояків, доліт), а також додатковими пристроями для вирівнювання поверхні поля та часткового подрібнення ґрунту. Це забезпечує можливість комплексного виконання кількох технологічних операцій за один прохід агрегату, що сприяє зниженню витрат пального та підвищенню продуктивності праці.

Актуальність теми основного обробітку ґрунту чизельними знаряддями обумовлена необхідністю переходу до ресурсозберігаючих та екологічно

безпечних технологій землеробства. В умовах глобальних кліматичних змін, деградації ґрунтів та зростання вартості енергоресурсів впровадження ефективних способів обробітку ґрунту набуває особливого значення. Чизельний обробіток дозволяє не лише підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва, але й забезпечити довгострокове збереження родючості ґрунтів.

Отже, дослідження особливостей основного обробітку ґрунту чизельними знаряддями, обґрунтування їх конструкційних параметрів та визначення оптимальних режимів роботи є важливим науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення ефективності сучасного землеробства.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Загальна характеристика господарства

Фермерське господарство здійснює виробничу діяльність у галузі рослинництва з основною спеціалізацією на вирощуванні технічних культур. Загальна площа орних земель становить 450 га. Виробнича структура орієнтована на вирощування високорентабельних культур, таких як соняшник, ріпак та соя. Особливістю технології є застосування глибокого обробітку ґрунту чизельними агрегатами, що дозволяє покращити водно-повітряний режим ґрунту, зменшити ущільнення та підвищити ефективність використання вологи.

Ґрунтово-кліматичні умови характеризуються наявністю родючих чорноземів та помірно-континентальним кліматом із періодичними посушливими явищами. Це обумовлює доцільність використання глибокого розпушування як елементу ресурсозберігаючих технологій.

Структура посівних площ

Раціональна структура посівів забезпечує стабільність виробництва та збереження родючості ґрунтів.

Культура	Площа, га	Частка, %
Соняшник	180	40
Ріпак	120	27
Соя	100	22
Інші культури	50	11
Разом	450	100

Така структура дозволяє оптимізувати сівозміну та ефективно використовувати агроресурси.

Аналіз виробничих ресурсів

Земельний фонд представлений чорноземами із середнім вмістом гумусу 4–5%. Важливою проблемою є ущільнення орного шару, що знижує продуктивність культур і потребує застосування глибокого обробітку.

Трудові ресурси

У господарстві працює 10–15 осіб: механізатори; агроном; допоміжний персонал. Рівень кваліфікації працівників є достатнім для обслуговування сучасної техніки.

Матеріально-технічна база

До складу технічного парку входять: трактори високої потужності (150–250 к.с.); чизельні культиватори; посівні комплекси; обприскувачі; зернозбиральна техніка.

Наявність чизельних агрегатів є ключовою особливістю господарства.

Аналіз виробничої діяльності

Глибокий обробіток ґрунту (на глибину 25–35 см) здійснюється чизельними знаряддями та має такі переваги:

- руйнування плужної підошви;
- покращення інфільтрації вологи;
- зменшення ерозійних процесів;
- створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи.

Застосування чизелю дозволяє підвищити врожайність технічних культур на 10–15%.

Урожайність культур

Культура	Урожайність, т/га
Соняшник	2,8
Ріпак	3,0
Соя	2,5

Підвищення врожайності частково зумовлене використанням глибокого обробітку.

Валовий збір продукції. Соняшник: 504 т; Ріпак: 360 т; Соя: 250 т Загальний валовий збір: 1114 т

Фактори впливу на ефективність

Позитивні:

- застосування чизельного обробітку;

- висока рентабельність технічних культур;
- ефективна структура посівів.

Негативні:

- високі витрати на паливо;
- залежність від погодних умов;
- коливання цін на продукцію.

SWOT-аналіз

Сильні сторони:

- використання сучасних технологій обробітку;
- висока прибутковість;
- оптимальна сівозміна.

Слабкі сторони:

- енергоємність виробництва;
- потреба у потужній техніці.

Можливості:

- впровадження точного землеробства;
- зниження витрат ресурсів;
- розширення виробництва.

Загрози:

- кліматичні зміни;
- зростання вартості ресурсів;
- ринкова нестабільність.

Висновки

Аналіз діяльності фермерського господарства показав, що спеціалізація на вирощуванні технічних культур у поєднанні із застосуванням глибокого обробітку ґрунту чизельними агрегатами забезпечує високий рівень економічної ефективності.

Використання чизелювання сприяє: підвищенню врожайності; покращенню фізичних властивостей ґрунту; збереженню вологи.

Для подальшого підвищення ефективності доцільно: оптимізувати глибину обробітку; впроваджувати комбіновані агрегати; зменшувати енерговитрати; використовувати елементи точного землеробства.

Таким чином, господарство має високий потенціал розвитку та конкурентоспроможності.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ і СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Обробіток ґрунту є одним із ключових елементів сучасної системи землеробства, що визначає рівень родючості, водно-повітряний режим, а також ефективність використання поживних речовин. У зв’язку з необхідністю збереження структури ґрунту та запобігання деградаційним процесам широкого застосування набуває безполицевий обробіток, зокрема чизелювання.

Чизельний обробіток передбачає глибоке розпушування ґрунту без обороту пласта, що сприяє руйнуванню ущільнених шарів, покращенню інфільтрації води та аерації. Водночас ефективність такого обробітку значною мірою залежить від дотримання агротехнічних вимог, які регламентують параметри виконання технологічного процесу.

2. Загальні агротехнічні вимоги

До основних агротехнічних вимог чизельного обробітку належать:

- забезпечення розпушування ґрунту на задану глибину без обороту пласта;
- збереження природної структури ґрунту;
- мінімальне порушення рослинних решток на поверхні;
- створення оптимальних умов для накопичення та збереження вологи;
- руйнування плужної підошви;
- недопущення надмірного ущільнення нижніх шарів ґрунту.

Чизельний обробіток повинен забезпечувати агрофізичні показники ґрунту, сприятливі для росту і розвитку культурних рослин.

Вимоги до глибини обробітку

Глибина чизелювання визначається типом ґрунту, попередником та агротехнічними завданнями і повинна становити:

- 20–25 см – при звичайному розпушуванні;
- 25–35 см – для руйнування плужної підошви;

- до 40–45 см – при глибокому розпушуванні деградованих ґрунтів.

Допустиме відхилення глибини обробітку не повинно перевищувати ±2–3 см. Рівномірність глибини по всій ширині захвату агрегату є обов'язковою умовою. Нерівномірність призводить до утворення зон із різною щільністю, що негативно впливає на розвиток кореневої системи рослин.

Вимоги до якості розпушування

Якість розпушування ґрунту характеризується ступенем кришіння та структурністю:

- частка грудок розміром до 50 мм повинна становити не менше 70–80%;
- не допускається утворення великих брил (>100 мм), особливо на посівних площах;
- структура ґрунту має бути дрібногрудкуватою та водостійкою.

Чизель повинен забезпечувати вертикальне розпушування без значного перемішування шарів ґрунту, що сприяє збереженню біологічної активності.

Вимоги до збереження рослинних решток

Однією з важливих вимог є збереження стерні та рослинних решток на поверхні поля:

- на поверхні має залишатися не менше 60–70% пожнивних решток;
- рівномірність розподілу рослинних залишків повинна бути високою;
- недопустиме їх загортання на значну глибину.

Це сприяє: захисту ґрунту від ерозії; зменшенню випаровування вологи; покращенню гумусного стану.

Вимоги до вирівняності поверхні поля

Після чизелювання поверхня поля повинна відповідати таким вимогам:

- висота гребенів не більше 5–8 см;
- відсутність різких перепадів рельєфу;
- забезпечення умов для подальших технологічних операцій (посів, внесення добрив).

Надмірна гребнистість ускладнює посів та призводить до нерівномірних сходів.

Вимоги до вологості ґрунту під час обробітку

Оптимальна вологість ґрунту є критичним фактором ефективності чизелювання:

- для легких ґрунтів – 12–18%;
- для середніх –15–22%;
- для важких – 18–25%.

Не допускається обробіток: перезволоженого ґрунту (призводить до замазування і ущільнення); пересушеного ґрунту (утворення великих брил та підвищене зношування робочих органів).

Вимоги до швидкості руху агрегату

Робоча швидкість агрегату повинна забезпечувати якісне розпушування:

- рекомендована швидкість – 6–10 км/год;
- при підвищенні швидкості можливе погіршення якості обробітку;
- надто мала швидкість знижує продуктивність і не забезпечує належного кришіння.

Швидкість повинна узгоджуватися з конструкцією чизеля та типом ґрунту.

Вимоги до технічного стану та налаштування агрегату

Чизельний агрегат повинен відповідати таким вимогам:

- справність робочих органів (лап, стояків);
- правильне встановлення глибини обробітку;
- симетричність розташування робочих органів;
- оптимальний кут атаки лап.

Зношені або неправильно налаштовані робочі органи знижують ефективність обробітку та збільшують енергетичні витрати.

Вимоги до енергетичної ефективності

Обробіток повинен здійснюватися з мінімальними енергетичними витратами:

- раціональний підбір тягового класу трактора;
- зменшення питомого опору ґрунту;

- оптимізація глибини та швидкості.

Перевитрата пального не повинна перевищувати нормативні значення для даного типу агрегату.

Екологічні вимоги

Чизелювання повинно відповідати принципам сталого землеробства:

- зменшення ерозійних процесів;
- збереження гумусу;
- мінімізація механічного впливу на ґрунт;
- сприяння біологічній активності ґрунтових організмів.

Особливо важливим є застосування чизельного обробітку на схилах та ерозійно небезпечних землях.

12. Висновки

Чизельний обробіток є ефективним способом глибокого розпушування ґрунту без обороту пласта, що сприяє збереженню його родючості.

Основними агротехнічними вимогами є забезпечення оптимальної глибини, рівномірності обробітку та високої якості розпушування.

Важливу роль відіграє дотримання оптимальної вологості ґрунту та швидкості руху агрегату.

Збереження рослинних решток на поверхні є ключовим фактором протиерозійного захисту.

Ефективність чизелювання значною мірою залежить від технічного стану агрегату та правильного його налаштування.

Дотримання агротехнічних вимог забезпечує підвищення врожайності, зниження енергетичних витрат та збереження екологічної рівноваги агроландшафтів.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується постійним зростанням вимог до ефективності технологічних процесів

обробітку ґрунту, зниження енергетичних витрат та забезпечення стабільного підвищення врожайності сільськогосподарських культур. У цих умовах особливого значення набуває впровадження прогресивних технологій ґрунтообробітку, що спрямовані на мінімізацію негативного впливу на ґрунтовий покрив, збереження його структури та підвищення родючості.

Традиційні методи основного обробітку ґрунту, зокрема оранка з обертанням пласта, протягом тривалого часу залишаються основним способом підготовки ґрунту до посіву. Водночас даний спосіб має ряд суттєвих недоліків, серед яких: значні енергетичні витрати, висока металоємність процесу, інтенсивне руйнування структури ґрунту, а також підвищення ризику ерозійних процесів. Крім того, багаторазове використання плужного обробітку призводить до формування ущільнених шарів ґрунту (плужної підошви), що обмежує розвиток кореневої системи рослин і знижує їх продуктивність.

У зв’язку з цим у світовій і вітчизняній практиці все ширшого застосування набувають безвідвальні способи обробітку ґрунту, серед яких особливе місце займає чизелювання. Чизельні знаряддя (глибокорозпушувачі) забезпечують глибоке розпушування ґрунту без обертання його шару, що дозволяє зберегти природну структуру ґрунтового профілю, покращити аерацію та водопроникність, а також сприяти накопиченню та збереженню вологи.

Використання чизельних агрегатів є одним із ключових елементів сучасних ґрунтозахисних технологій. Їх застосування дозволяє:

- зменшити ущільнення ґрунту;
- підвищити водопроникність і вологоємність;
- покращити повітряний режим;
- знизити ерозійні процеси;
- зменшити витрати пального та експлуатаційні витрати;
- підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Ефективність роботи чизельних знарядь значною мірою залежить від їх конструктивних особливостей, зокрема від типу та геометрії робочих органів, конструкції рами, способу агрегатування з енергетичним засобом, а також наявності додаткових пристроїв для регулювання глибини обробітку та обробки поверхні поля. Саме тому аналіз існуючих конструкцій чизельних знарядь є важливим етапом при проектуванні нових або вдосконаленні існуючих машин.

Різноманітність ґрунтово-кліматичних умов, у яких застосовуються чизельні агрегати, зумовила появу широкого спектра їх конструкцій, що відрізняються за:

- глибиною обробітку;
- кількістю робочих органів;
- їх розташуванням на рамі;
- конструкцією захисних механізмів;
- наявністю додаткових робочих органів (котків, дискових секцій тощо).

Сучасні чизельні агрегати повинні відповідати ряду вимог, серед яких основними є:

- висока міцність та надійність конструкції;
- забезпечення заданої глибини обробітку;
- мінімальний тяговий опір;
- універсальність використання;
- зручність агрегатування та обслуговування;
- стійкість до зношування робочих органів;
- відповідність вимогам безпеки праці.

Окремої уваги заслуговують робочі органи чизельних знарядь, оскільки саме вони безпосередньо взаємодіють із ґрунтом і визначають якість обробітку. Їх конструкція повинна забезпечувати ефективне руйнування ущільнених шарів ґрунту при мінімальних енергетичних витратах. Важливими параметрами є форма лапи, кут її встановлення, матеріал виготовлення та наявність змінних елементів.

Поряд із робочими органами значний вплив на ефективність чизелювання має конструкція рами. Вона повинна бути достатньо жорсткою для сприйняття значних навантажень, але водночас забезпечувати адаптацію до нерівностей рельєфу поля. У сучасних конструкціях широко застосовуються модульні та складні рами, що дозволяють зменшити габарити під час транспортування та підвищити універсальність агрегату.

Важливою тенденцією розвитку чизельних знарядь є їх комбінування з іншими робочими органами, такими як дискові секції, котки або системи внесення добрив. Такі комбіновані агрегати дозволяють виконувати декілька технологічних операцій за один прохід, що сприяє підвищенню продуктивності праці та зменшенню витрат.

Таким чином, аналіз існуючих конструкцій чизельних знарядь є необхідною передумовою для їх подальшого вдосконалення. Вивчення конструктивних особливостей дозволяє виявити переваги та недоліки різних типів агрегатів, обґрунтувати напрямки їх модернізації та розробити більш ефективні технічні рішення, які відповідатимуть сучасним вимогам аграрного виробництва.

Сучасні технології обробітку ґрунту спрямовані на мінімізацію енергетичних витрат, збереження родючості ґрунтів і підвищення врожайності сільськогосподарських культур. У цьому контексті особливого значення набувають чизельні знаряддя, які забезпечують безвідвальний обробіток ґрунту на значну глибину.

Чизелювання дозволяє ефективно руйнувати ущільнені шари ґрунту, покращувати водно-повітряний режим і зменшувати ерозійні процеси.

Різноманітність умов експлуатації зумовила створення широкого спектра конструкцій чизельних агрегатів, які відрізняються за призначенням, будовою та принципом дії.

Призначення та загальна будова чизельних знарядь

Чизель (глибокорозпушувач) – це ґрунтообробне знаряддя, призначене для безвідвального розпушування ґрунту на глибину 15–60 см і більше без перевертання пласта.

Основні елементи конструкції:

- рама;
- робочі органи (стійки з лапами);
- навісний або причіпний пристрій;
- опорні колеса або котки;
- механізми регулювання глибини.

Конструкція передбачає розміщення робочих органів на рамі з певним міжряддям, що забезпечує рівномірне розпушування ґрунту.

Класифікація чизельних знарядь

1. За глибиною обробітку

- чизельні культиватори (16–25 см)
- чизельні плуги (до 40–45 см)
-глибокорозпушувачі (субсоілери) (до 60 см і більше)

2. За конструкцією рами

- однобалкові;
- багатобалкові;
- модульні;
- складні (для транспортування).

3. За типом агрегатування

- навісні;
- напівнавісні;
- причіпні.

4. За функціональним призначенням

- універсальні;
- спеціалізовані (для садів, виноградників);
- комбіновані агрегати.

Конструкції робочих органів чизелів

Робочий орган є ключовим елементом чизеля, який визначає ефективність обробітку ґрунту.

Клиноподібні лапи

Найпростіша конструкція – лапа у вигляді клина, що розрізає ґрунт і формує щілину.

Переваги:

- проста конструкція;
- висока надійність.

Недоліки:

- значна енергоємність;
- обмежена зона розпушування.

Стрілчасті лапи

Використовуються для:

- розширення зони розпушування;
- часткового підрізання бур’янів.

Переваги:

- краща якість обробітку;
- рівномірне розпушування.

Крильчасті лапи

Оснащені боковими крилами, які:

- збільшують ширину захвату;
- покращують кришення ґрунту.

Вигнуті стійки

Застосовуються для:

- зменшення тягового опору;
- покращення підняття ґрунту.

Вібраційні робочі органи

Використовують ефект коливань:

- зменшують опір ґрунту;
- підвищують ступінь розпушування.

Конструкції рам чизельних агрегатів

Жорсткі рами

- виготовляються з товстостінних профілів;
- забезпечують високу міцність.

Шарнірні рами

- дозволяють копіювати рельєф поля;
- зменшують навантаження на конструкцію.

Секційні рами

- складаються з окремих модулів;
- забезпечують зручність транспортування.

Сучасні рами розраховані на значні навантаження і виготовляються зі сталі високої міцності.

Розміщення робочих органів

Однорядне розміщення

- проста конструкція;
- використовується для легких умов.

Дворядне розміщення

- покращує якість обробітку;
- зменшує забивання рослинними рештками.

Багаторядні системи

- застосовуються у комбінованих агрегатах;
- забезпечують інтенсивне розпушування.

Комбіновані чизельні агрегати

Сучасні конструкції часто поєднують декілька робочих органів:

Чизель + диски

- подрібнення рослинних решток;
- вирівнювання поверхні.

Чизель + котки

- ущільнення поверхневого шару;
- збереження вологи.

Чизель + внесення добрив

- підвищення ефективності живлення рослин.
- дозволяють виконувати кілька операцій за один прохід.

Захисні та регулювальні елементи

Запобіжні пристрої

- зрізні болти;
- пружинні механізми.

Вони захищають агрегат від пошкоджень при наїзді на перешкоди.

Регулювання глибини

- механічне;
- гідравлічне.

Котки та опорні колеса

- стабілізують глибину обробітку;
- покращують якість поверхні.

Сучасні чизельні агрегати характеризуються:

- підвищеною міцністю конструкцій;
- використанням високоміцних сталей;
- оптимізацією геометрії робочих органів;
- зменшенням енергоємності процесу.

Особливу увагу приділяють:

- адаптації до різних ґрунтових умов;
- універсальності використання;
- зниженню витрат пального.

2.3 Загальні положення патентного аналізу

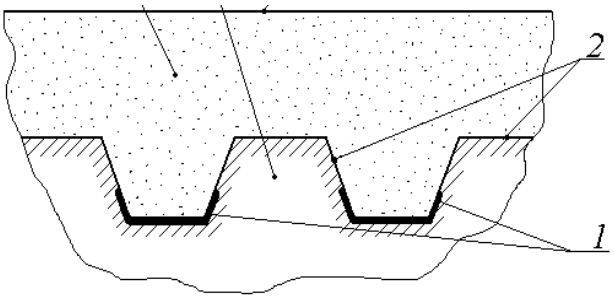


Рисунок 2.1 - Схема чизельного обробітку ґрунту

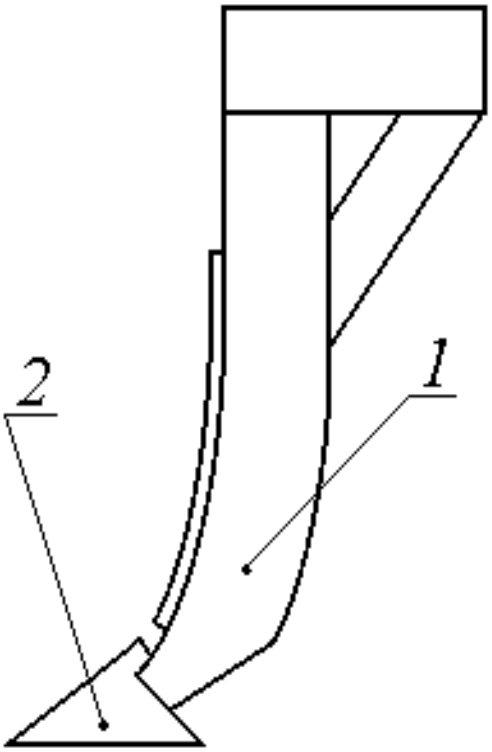


Рисунок 2.2 - ПЧ-4,5

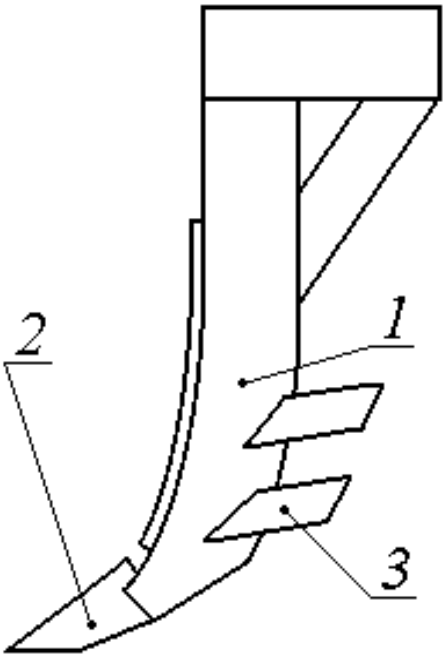


Рисунок 2.3 - RZ

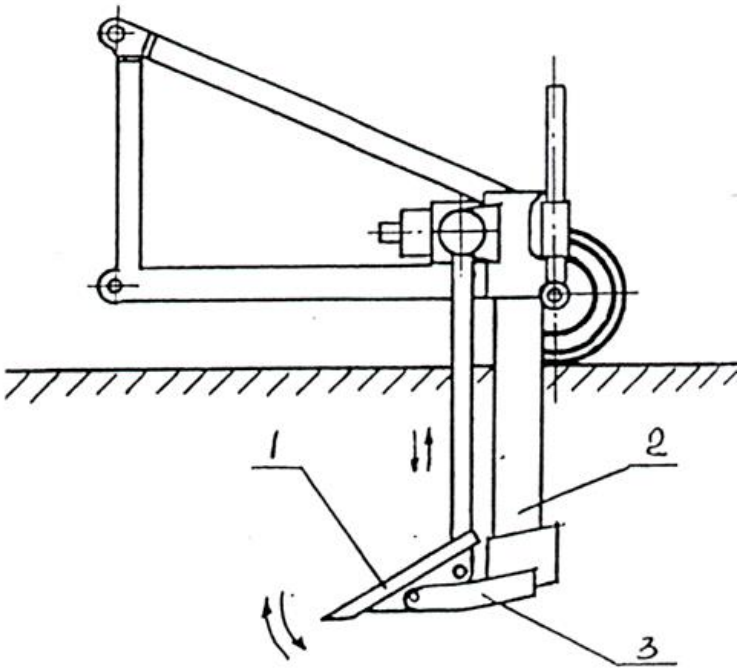


Рисунок 2.4 - Активний розпушувач

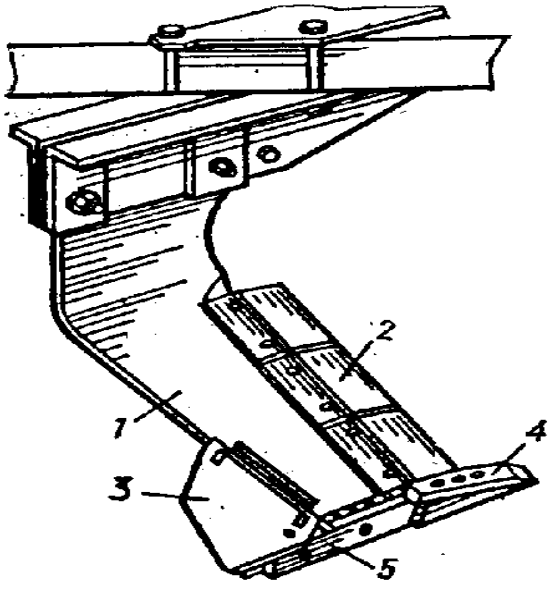


Рисунок 2.5 - Paraplow

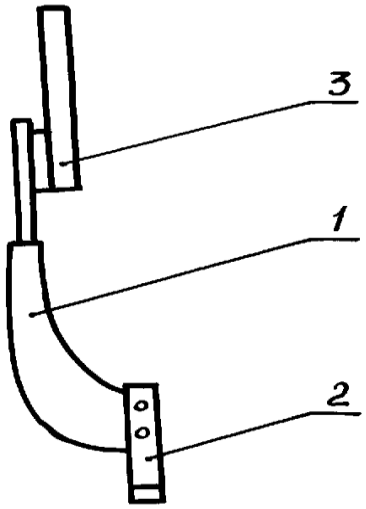


Рисунок 2.6 - ПРПВ-5

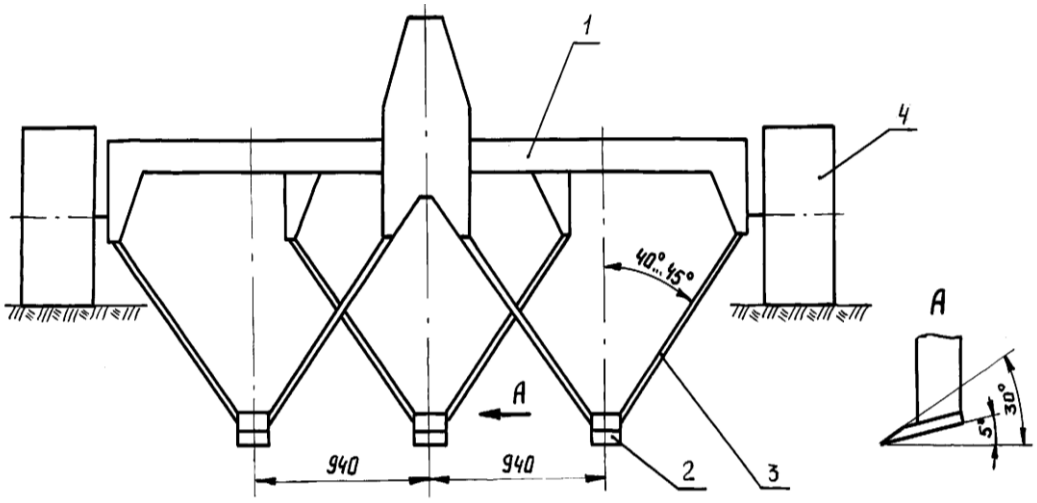


Рисунок 2.7 - РГ-0,8:

На рис. 2.8. представлено конструктивну схему розпушувача РГП-2,4. Від попереднього він відрізняється наявністю ножеподібного стояка 1, який встановлено у поздовжньо - вертикальній площині відносно бокових стояків 3. Ніж також зміщено вперед за напрямком руху. Нижній кінець стояка 1 з'єднано з долотом 2. Розпушувач працює наступним чином.

Вертикальний ножовий стояк 1 переміщуючись у напрямку руху агрегату, розрізає шар ґрунту, обмежений лініями сколювання у поздовжньо

поперечній площині. Бокові V- подібні стояки 3 рухаються у частково розпушеному шарі виконують його додаткове розпушення за рахунок обжимання. Таким чином, в середині, частини шару ґрунту обжимаються будучи вже попередньо розпушеними.

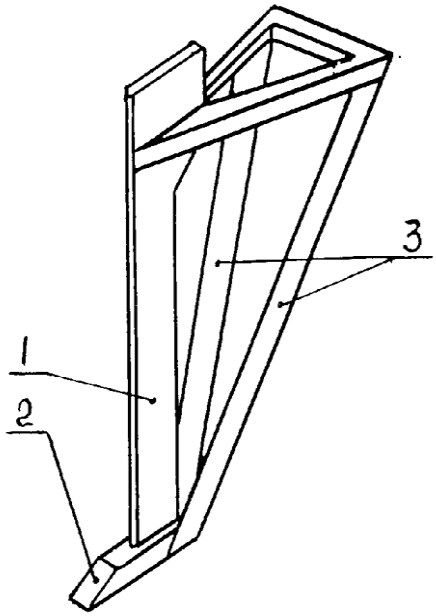


Рисунок 2.8 - Конструктивна схема розпушувача РГП-2,4

Але конструкції притаманні і суттєві недоліки. Необхідність руху бокових стояків 3 у порушеному середовищі накладає обмеження на кут розтину бокових стояків у фронтальній площині. Він не може перебільшувати 60^0, що не дозволяє зробити його оптимальним з точки зору якості розпушення і зменшення тягового опору.

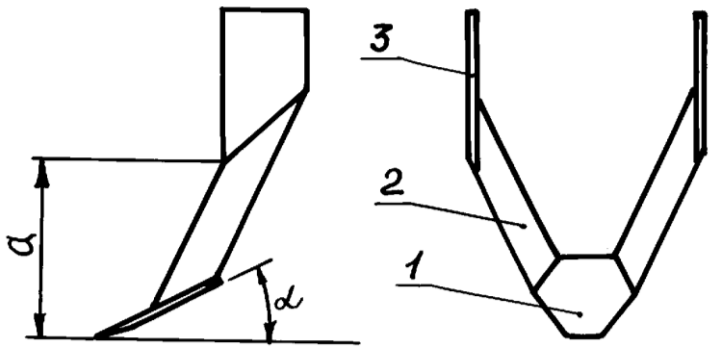
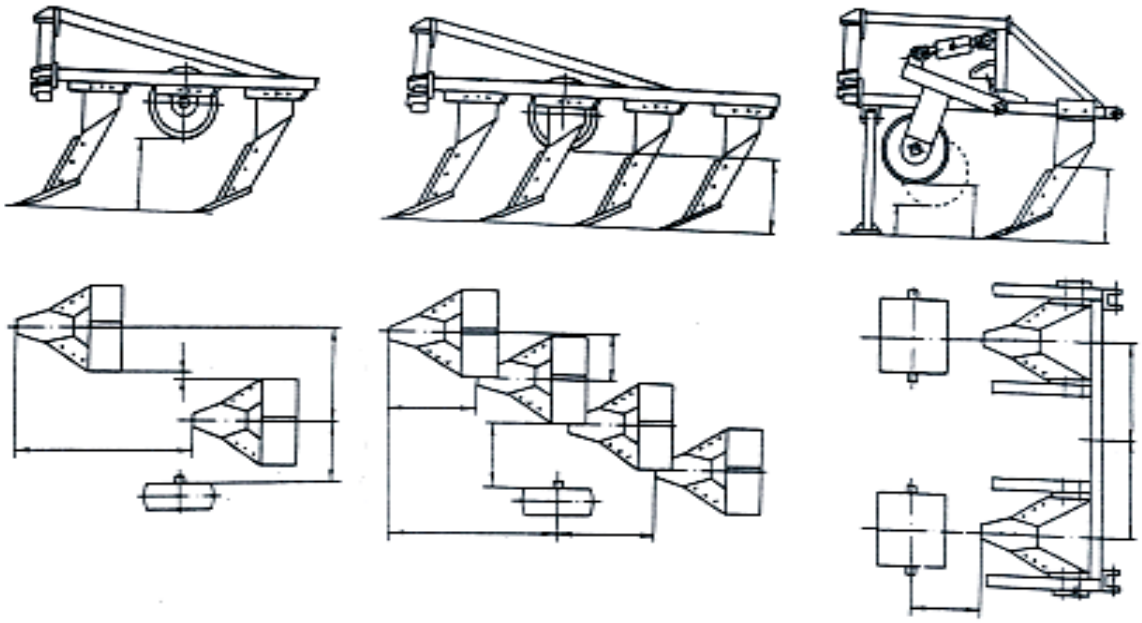
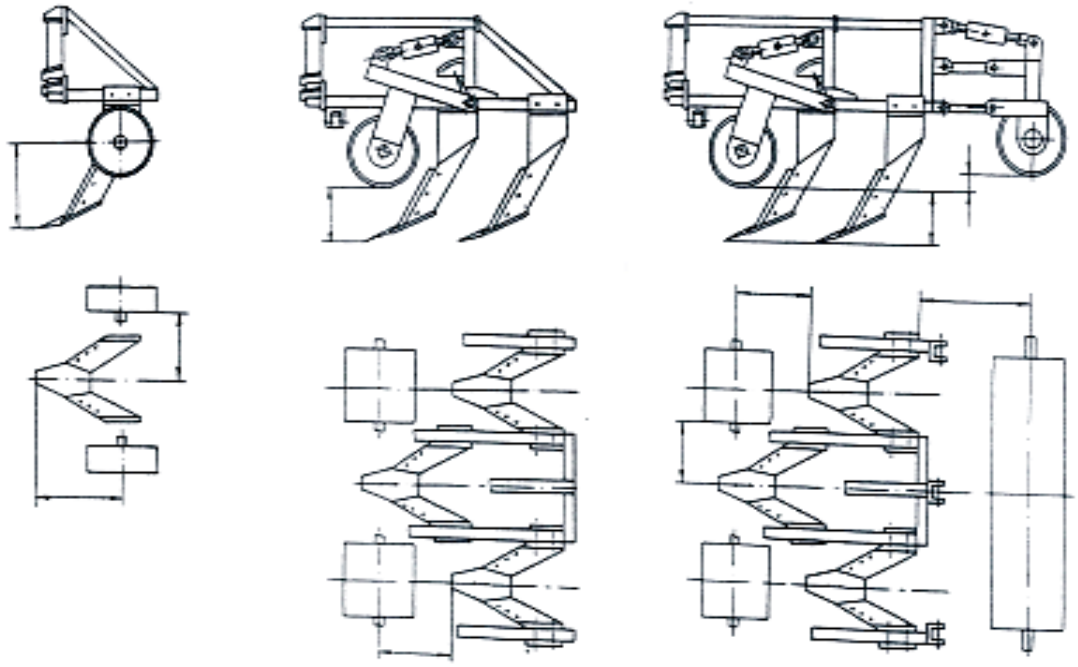


Рисунок 2.9 - ПЧФ-2,2

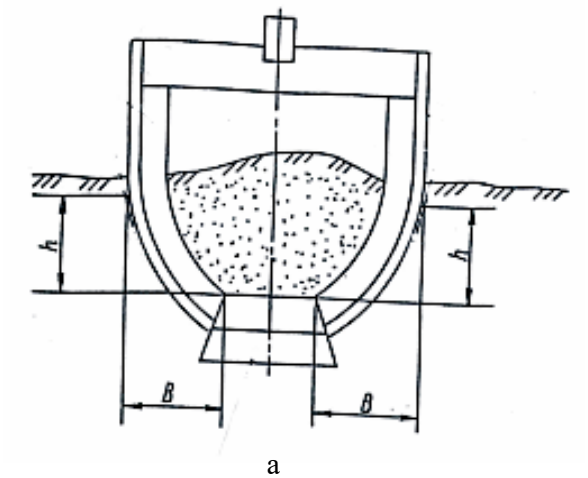


а б в

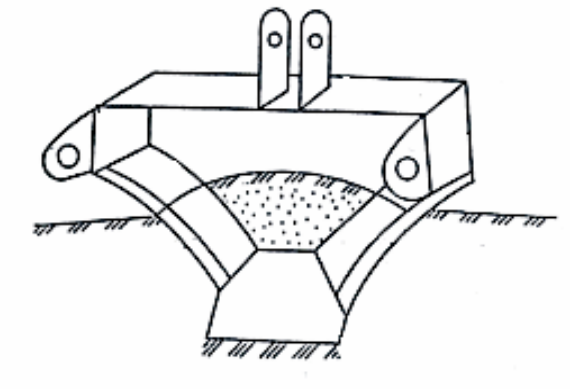


г д е

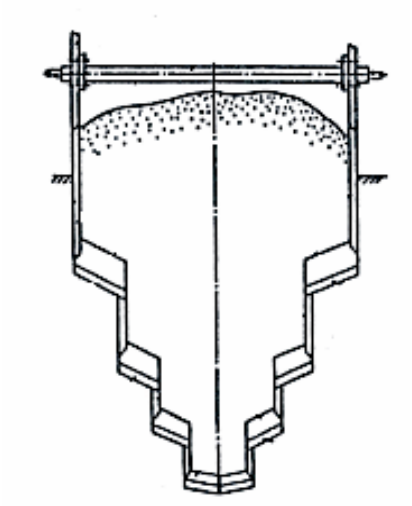
Рисунок 2.10 - Схеми ґрунтообробних машин, створених на базі V – подібного знаряддя.



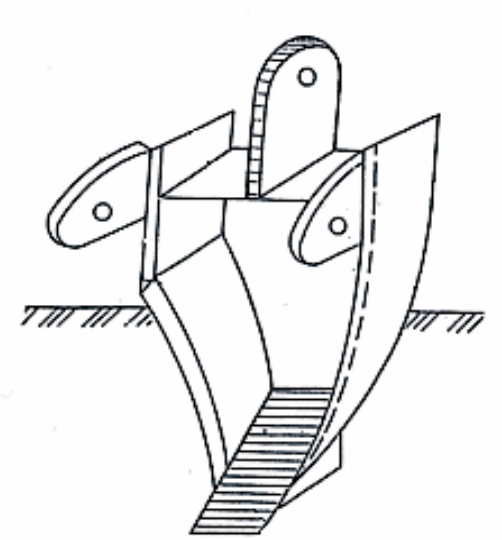
а



б



в



г

Рисунок 2.11 - Двостоякові чизельні робочі органи

Для усунення цього недоліку запропоновано ряд технічних рішень, суть яких зводиться до адаптації поверхонь робочих органів під оптимальний з точки зору опору руху ґрунту.

Технічне рішення №1724036 (рис. 2.11,а) має бокові стояки еліпсної форми. Окрім цього, стояки ще мають змінний кут сходження. Це робить знаряддя схожим на подвійний робочий орган ПРПВ-5-50. Стояки частково обертають шари ґрунту завдяки чому збільшується ступінь подрібнення. Проте, нагортання шар на шар збільшує гребенистість поля.

Технічне рішення №1774833 (рис. 2.11,б) та №1736354 теж мають вигнуті стояки, але у протилежні боки. Це робить робочий орган

несиметричним, що потребує додаткового урівноваження діючих у конструкції сил.

Технічне рішення № 17227552 (рис. 2.11,г) має ступінчасті стояки, що призводить до пошарового обробітку ґрунту. Може застосовуватись тільки на легких ґрунтах з обмеженою рослинністю.

Відоме технічне рішення UA № 56385 (рис. 2.12), вібраційний глибокорозпушувач містить стійку 1 з двома основними 2 і допоміжними 3 робочими елементами. В нижній частині стійки 1 за рахунок шарніра 4 закріплено сводоутворювач 5. На стійці 1 із зміщенням в поперечній площині встановлено вібратор 6. Стійка 1 закріплена на рамі 7 за рахунок амортизаторів 8. На основній рамі 9 шарнірно закріплено гідроциліндр 10 і жорстко закріплена вертикальна планка 11, що має верхній і нижній вільні кінці. Верхня частина вібраційного глибокорозпушувача шарнірно з'єднана із штоком гідроциліндра 10 і за рахунок гумового демпферу 12 з верхнім кінцем планки 11.

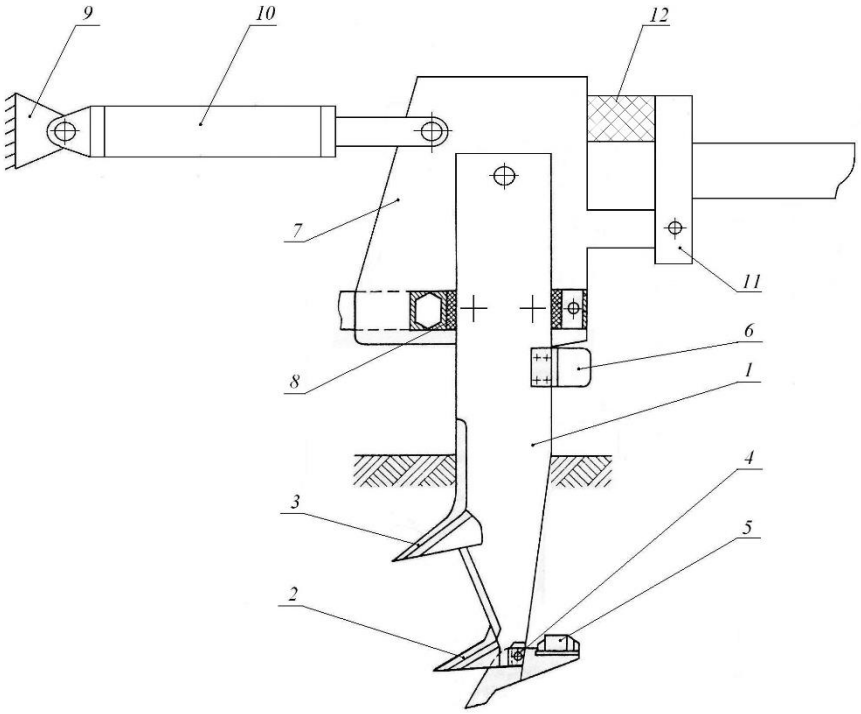


Рисунок 2.12 - Вібраційний глибокорозпушувач

Працює вібраційний глибокорозпушувач наступним чином.

При заглиблені в ґрунт створюється нахил і глибокорозпушувач утворює кут входження в ґрунт. Коли заглиблення припиняється шток гідроциліндра 10 виводять в «плаваюче» положення, при цьому гумовий демпфер 12 повертає глибокорозпушувач у вертикальне положення. Процес обробітку протікає в раціональному стійкому технологічному процесі. Завдяки цьому є можливість використання глибокорозпушувача на різних типах ґрунтів та на різних агрофонах.

Відоме технічне рішення UA № 55485 (рис. 2.13), ґрунтообробна скоба складається з бокових лівого 1 та правого 2 стояків, котрі мають різальну кромку 3 і до нижньої частини яких, болтовим з'єднанням кріпиться леміш 4. Сам робочий орган за допомогою гвинтових з'єднань 5 кріпиться до рами машини.

Ґрунтообробна скоба працює наступним чином. Перед початком роботи, в залежності від механіко-технологічних властивостей ґрунту та агрофізичних характеристик ґрунту, виставляється кут сходження бокових стояків та глибина ходу. За рахунок того, що бокові стояки-ножі зміщенні в горизонтальному напрямку одна відносно іншої не відбувається передача тиску від одного стояки до іншого, відсутнє заклинювання ґрунту між стояками-ножами. Це призводить до зменшення тягового опору машини і покращення якісних показників роботи.

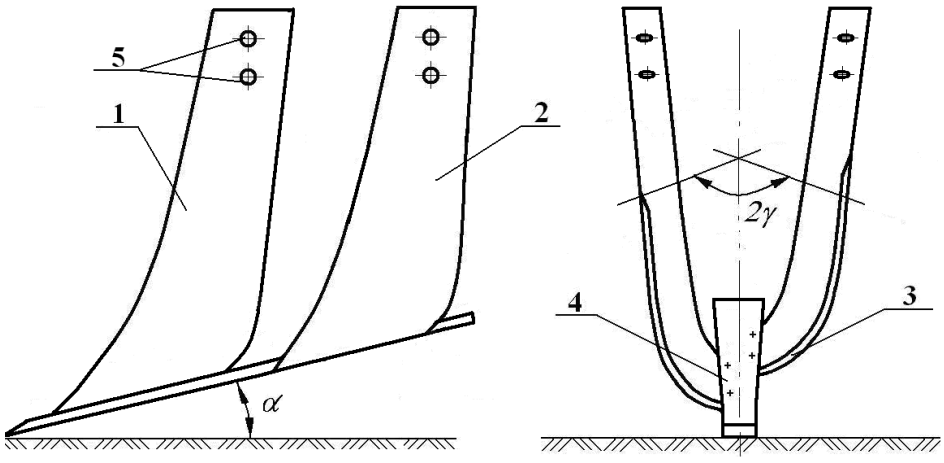


Рисунок 2.13 - Ґрунтообробна скоба

Відоме технічне рішення UA № 57687 (рис. 2.14), ґрунтообробна скоба складається з бокових лівого 1 та правого 2 стояків-ножів, котрі мають різальну кромку 3, до нижньої частини яких, болтовим з'єднанням кріпиться леміш 4. Сам робочий орган за допомогою гвинтових з'єднань 5 кріпиться до рами машини. Між стояками-ножами утворюється зона перекриття А, де відбувається якісне обтиснення коренеплодів і видалення останніх на денну поверхню.

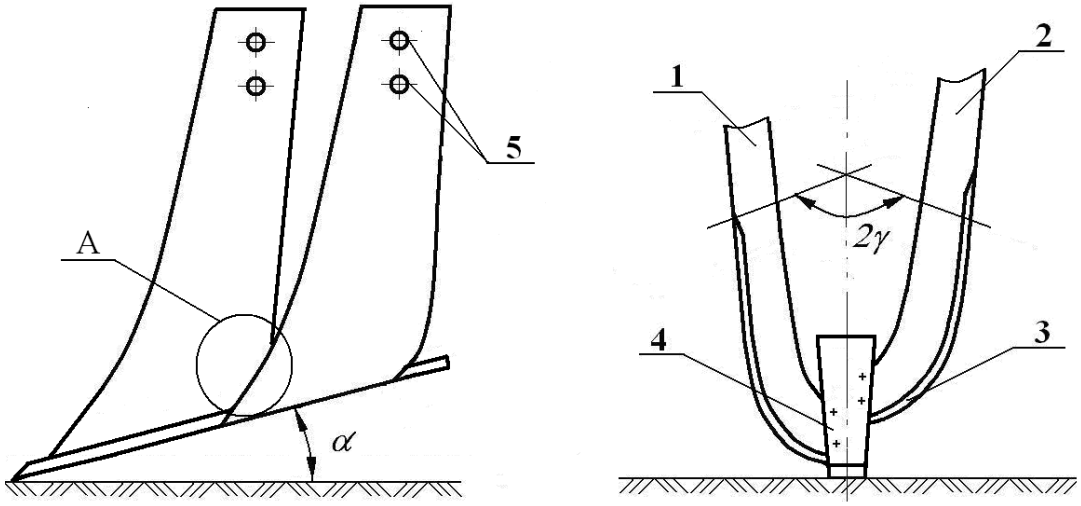


Рисунок 2.14 - Ґрунтообробна скоба

Ґрунтообробна скоба працює наступним чином. Перед початком роботи, в залежності від механіко-технологічних властивостей ґрунту та агрофізичних характеристик виставляється кут сходження бокових стояків та глибина ходу. За рахунок того, що бокові стояки-ножі зміщенні в горизонтальному напрямку одна відносно іншої відсутнє заклинювання ґрунту між стінками-ножами.

Відоме технічне рішення UA № 49731 (рис. 2.15), ґрунтообробна скоба складається з бокових лівого 1 та правого 2 стояків, котрі мають різальну кромку 3 і до нижньої частини яких, за допомогою болтового з'єднання, кріпиться леміш 4. Симетрично повздовжньої вісі робочого органу розміщені ріжучі периметри 5.

Робочий орган працює наступним чином.

Леміш 4 підрізає пласт ґрунту, при цьому ріжучі периметри 5 діють на пласт в повздовжньому і поперечному напрямках і здійснюють його роз рихлення.

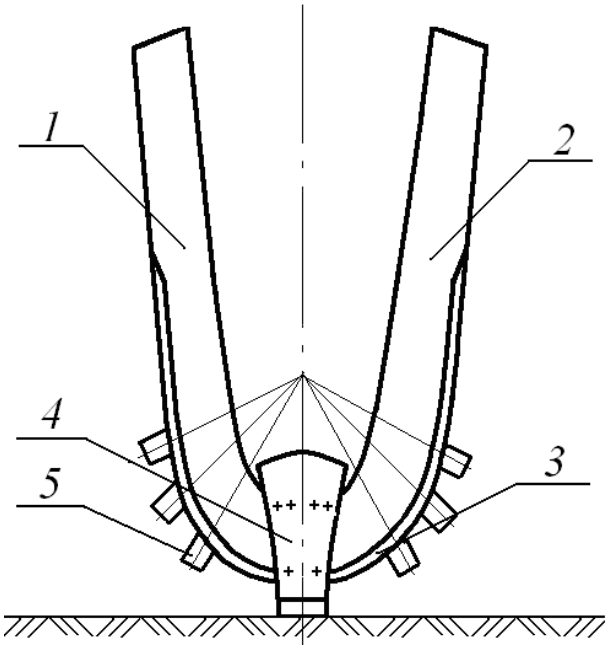


Рисунок 2.15 - Ґрунтообробна скоба

Висновки

Чизельний обробіток є ефективним способом глибокого розпушування ґрунту без обороту пласта, що сприяє збереженню його родючості. Основними агротехнічними вимогами є забезпечення оптимальної глибини, рівномірності обробітку та високої якості розпушування. Важливу роль відіграє дотримання оптимальної вологості ґрунту та швидкості руху агрегату. Збереження рослинних решток на поверхні є ключовим фактором протиерозійного захисту. Ефективність чизелювання значною мірою залежить від технічного стану агрегату та правильного його налаштування. Дотримання агротехнічних вимог забезпечує підвищення врожайності, зниження енергетичних витрат та збереження екологічної рівноваги агроландшафтів.

Проведений аналіз існуючих конструкцій чизельних знарядь показав, що їх розвиток спрямований на підвищення ефективності обробітку ґрунту та зниження енергетичних витрат. Чизельні агрегати є ефективною альтернативою традиційній оранці та забезпечують безвідвальний обробіток ґрунту. Найбільш поширеними є конструкції з багаторядним розміщенням робочих органів, що забезпечують високу якість розпушування. Важливу роль відіграє конструкція робочих органів, зокрема форма лап та стійок. Комбіновані агрегати дозволяють значно підвищити продуктивність і зменшити кількість технологічних операцій. Сучасні тенденції розвитку спрямовані на створення універсальних, енергоефективних і надійних конструкцій.

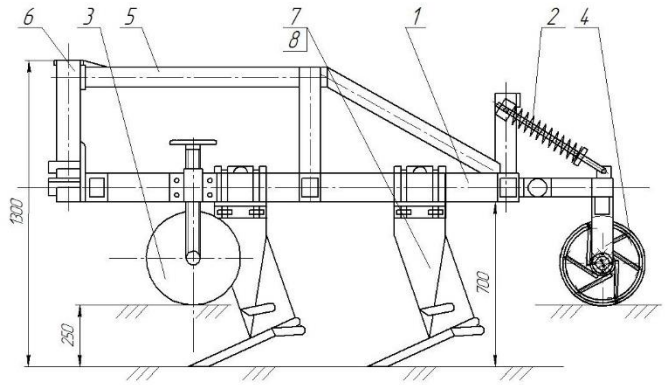
Отже, вдосконалення конструкцій чизельних знарядь є перспективним напрямом розвитку ґрунтообробної техніки, що сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва та збереженню родючості ґрунтів.

Основна вимога до обробітку – добре розпушування, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину. В наступних розділах нами буде обґрунтовано конструктивну схему двостоякового чизельного знаряддя.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

Для рішення поставленої задачі нами пропонується розробка конструкції двостоякового чизельного знаряддя на базі патенту № 1774157 та патенту України № 49731. За основу при проектування прийняти чизель - плуг розробки кафедри сільськогосподарських машин ДДАУ ПЧФ-2,2. Машина (рис. 3.1) складається з рами, на якій встановлено робочих органа V- подібної форми. На рамі також встановлено два опорні колеса і коток.



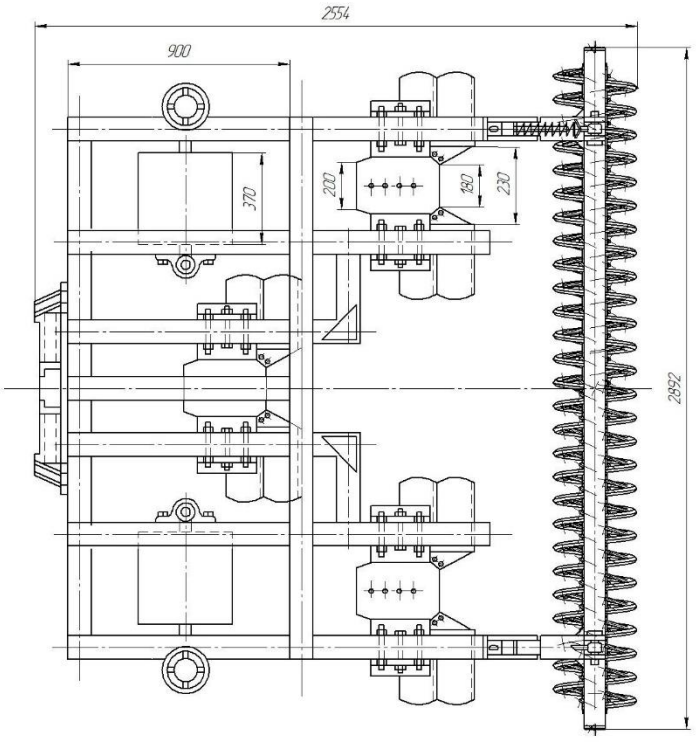


Рисунок 3.1 - Чизельне знаряддя

2 – амортизатор;

3 – колесо опорне;

4 – коток ущільнювальний;

5 – основа;

6 – пристрій причіпний;

7 – чизель двостояковий.

За допомогою опорних коліс встановлюється потрібна глибина ходу знаряддя. Встановлюється також перепад висот опорних коліс і котка, цим надається можливість впливу на інтенсивність ущільнення ґрунту.

Проте, як показали польові дослідження проведені кафедрою СГМ ДДАУ, конструктивна схема ПЧФ-2,2 має суттєві недоліки.

- опорні колеса при наявності прикочуючого котка практично не впливають на глибину обробітку ґрунту
- встановити співвісність валу котка з двох боків практично дуже важко, а від цього залежить надійність конструкції.
- у нижніх шарах утворюються глиби, які забивають між стояковий простір

З урахуванням вищевикладеного, нами пропонується наступна конструктивна схема (рис. 3.2).

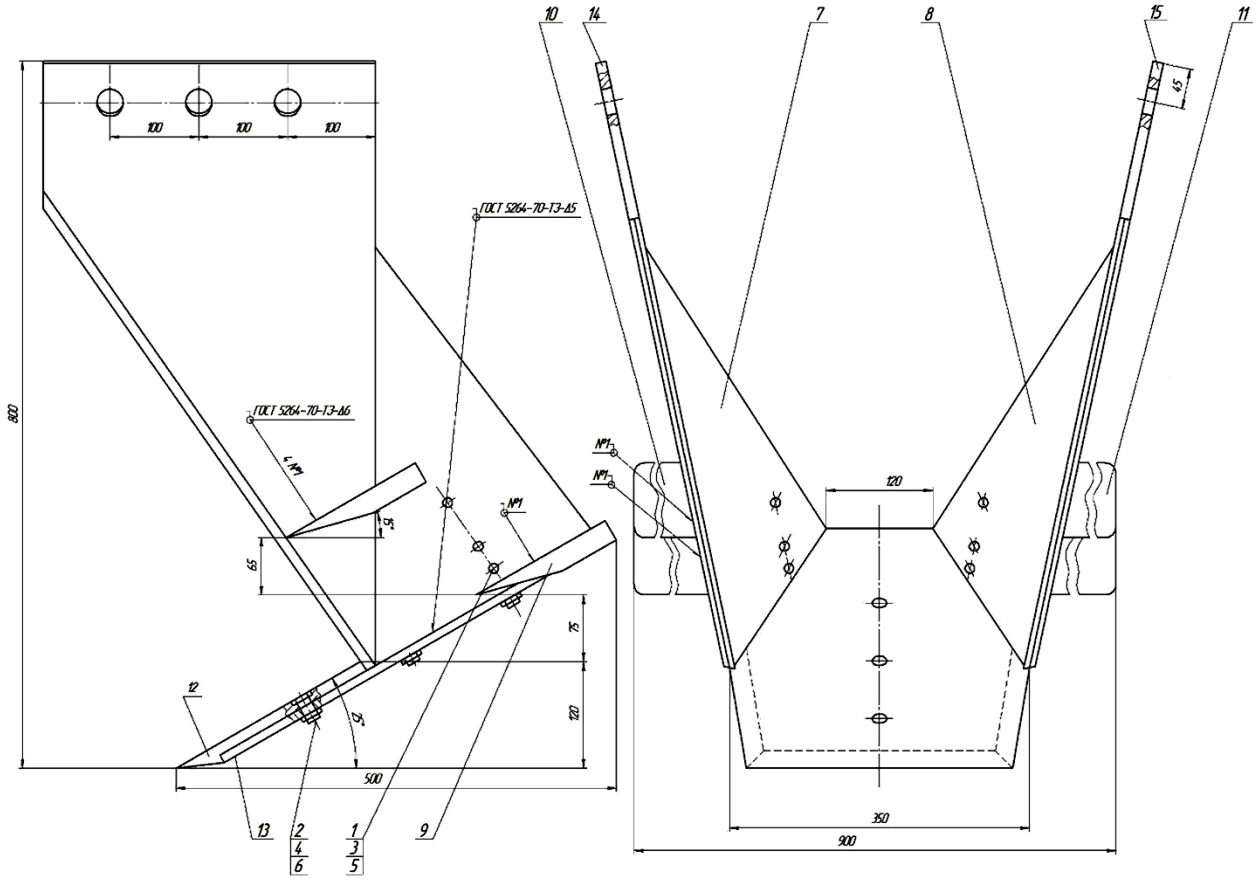


Рисунок 3.2 - Двостояковий робочий орган чизеля ПЧФ-2,2М

1-6 – кріпильні елементи; 7 – косинка ліва; 8 – косинка права; 9 – леміш боковий нижній; 10 – леміш боковий верхній лівий; 11 – леміш боковий

верхній правий; 12 – леміш центральний; 13 – підп’ятник; 14 – стояк лівий; 15 – стояк правий.

Для розпушення глиб в нижніх шарах розміщені ріжучі периметри, що покращують процес тріщиноутворення. Відбувається інтенсивне спушування за рахунок обжимання шару і наступної його укладки на дно борозни Спіральний коток подрібнює частки ґрунту і вирівнює поверхню.

3.2 Визначення тягового опору двостоякового чизельного робочого органу

Двостояковий чизель - глибокорозпушувач призначений для обробітку ґрунтів на глибині 0,4...0,8 м для розпушування і підґрунтового внесення різних добрив. Робочий орган нею складається з комбінованого ріжучого периметра, двох V – подібних бічних ножів і двох бічних стійок, закріплених жорстко, або на пружних елементах до рами агрегату.

При розпушуванні ґрунту об’ємним чизелем виникають дотична складового зусилля розпушування P_{01} (тяговий опір розпушуванню) і нормальна складового зусилля розпушування P_{02} (виштовхуюча сила).

Бічні ножі можна представити як елементарні ріжучи периметри із шириною δ_3 , кутом різання $\alpha_p = \alpha$.. Різання бічними ножами відбувається з ковзанням, тому що лезо ножа спрямоване під кутом ε_1 ($\xi_1 = 90° - \eta$), а бічна стінка ножа відхилена від вертикалі під кутом ε_2 ($\xi_2 = 90° - \varepsilon_2 - \eta$).

Коефіцієнт ковзання бічної стінки складе:

$$i = \frac{\sin(\xi_2 - \varphi_1)}{\cos \xi_2} = \frac{\cos(\varepsilon_2 + \eta + \varphi_1}{\sin(\varepsilon_2 + \eta)}. \qquad (3.1)$$

З огляду на те, що тяговий бічний опір від сколювання ґрунту в поперечно-вертикальному напрямку на глибині враховано у формулі (6.5), тяговий опір різанню ґрунту бічними ножами можна розглядати без обліку

цього опору у вільному режимі різання по формулі (6.6). При цьому для даного випадку: - |a – a2|; αр = α; ,b3 = | δ3 |; Θ = 0;

$$P_{рбок} = \left\{ C_{уд} \left[\frac{0{,}66 \cdot (a - a_2)^2 \cdot ctg\varphi_2}{\cos(\alpha + \varphi_2)} + \delta_3 (a - a_2) \right] + 4{,}9 \cdot \delta_3 \cdot (a - a_2)^2 \times \right.$$

$$\times tg^2 \left(45^0 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \gamma_u \times \left[\sin\varphi_2 + \cos(\alpha + \varphi_2) \cos\alpha \cdot tg\varphi_1 \right] + K^1 \times \qquad (3.2)$$

$$\left. \cdot (z + tg\varphi_1 \cdot x) \cdot \delta_3 + 9{,}8 \cdot \delta_3 \cdot (a - a_2) \cdot \gamma_u \cdot V_h^2 \right\} \times \cos\left[arctg \left(\frac{i + \sin\varphi_1}{\cos\varphi_1} \right) - \varphi_1 \right]$$

Тяговий опір розпушуванню ґрунту робочим органом у загальному виді можна представити

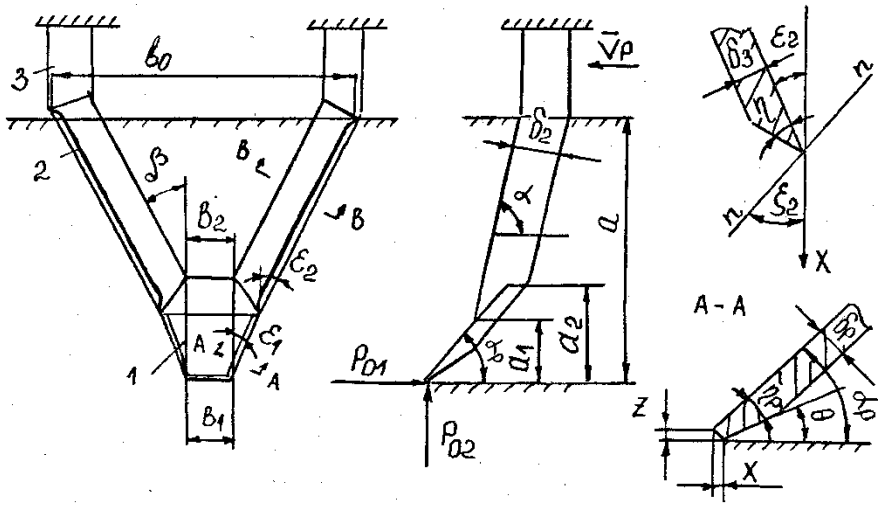


Рисунок 3.3 - Основні параметри двостоякового чизельного робочого органу

1 - ріжучий периметр; 2 - U-подібний бічний ніж; 3 - бічна стійка.

$$P_{01} = P_{р1} + 2P_{р\,бок} \qquad (3.3)$$

З огляду на те, що комбінований ріжучий периметр працює в блокованому режимі з рублячим різанням, і = 1 і приведена ширина його

$$b_3 = \left[b - \left(\frac{a_2 - a_1}{2\sin\alpha_p} \right) \cdot tg\varepsilon_2 - \frac{a_1}{2\sin\alpha_p} tg\varepsilon_1 \right], \qquad (3.4)$$

тяговий опір різанню ґрунту ріжучим периметром при $\alpha_р < 45°$ визначають по формулі

$$P_{p1} = \langle C_{уд} \cdot \left\{ \left[\frac{0{,}66 \cdot a^2 \cdot ctg\varphi_2}{\cos(\alpha_p + \varphi_2)} + a \cdot \left[b - \left(\frac{a_2 - a}{2\sin\alpha_p} \right) \cdot tg\varepsilon_2 - \frac{a_1}{2\sin\alpha_p} \cdot tg\varepsilon_1 \right] \right\} +$$

$$+ 4{,}9 \cdot a^2 \left[b - \left(\frac{a_2 - a_1}{2\sin\alpha_p} \right) \cdot tg\varepsilon_2 - \frac{a_1}{2\sin\alpha_p} \cdot tg\varepsilon_2 \right] \cdot tg^2 \left(45^0 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \gamma_г \times$$

$$\times \left[\sin\varphi_2 + \cos(\alpha_p - \varphi_2) \cdot \cos\alpha_p \cdot tg\varphi_1 \right] + 2a^2 \cdot \left\{ 0{,}5 \cdot C_{уд} \cdot \left[tg(\alpha_p + \varphi_2) + ctg\alpha_p \right] \times \right.$$

$$\left. \times \left[\frac{0{,}66 \cdot ctg\varphi_2}{\cos(\alpha_p + \varphi_2)} \right] + 4{,}9 \left(\frac{\delta_2 + \delta_p}{2} \right) \cdot tg^2 \left(45^0 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \sin\varphi_2 \cdot \gamma_г \right\} \cdot tg\varphi_1 + K' \times \quad (3.5$$

$$\times (z + tg\varphi_1 \cdot x) \cdot \left[b - \left(\frac{a_2 - a_1}{2\sin\alpha_p} \cdot tg\varepsilon_2 - \frac{a_1}{2\sin\alpha_p} \cdot tg\varepsilon_2 \right) \right] + 9{,}81 \cdot a \times$$

$$\times \left[b - \left(\frac{a_2 - a_1}{2\sin\alpha_p} \right) \cdot tg\varepsilon_2 - \frac{a_1}{2\sin\alpha_p} \cdot tg\varepsilon_2 \right] \cdot \gamma_г + \frac{\sin\alpha_p \cos\Theta}{\sin(\alpha_p + \Theta)} \cdot V_p^2 \rangle.$$

При α ≥ 45° тяговий опір різанню ґрунту бічними ножами розраховуються по формулі (3.6.)

$$P_{рбок} = \left\{ C_{уд} \left[\frac{0{,}66 \cdot (a - a_2)^2 \cdot ctg\varphi_2}{\cos(45^0 + \varphi_2)} + \delta_3 \cdot (a - a_2) \right] + 4{,}9 \cdot \delta_3 \cdot (a - a_2)^2 \times \right.$$

$$\times tg^2 \left(45^0 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \gamma_г \cdot \left[\sin\varphi_2 + \cos(\alpha - \varphi_2) \cdot \cos\alpha \cdot tg\varphi_1 \right] + K' \times \quad (3.6)$$

$$\left. \times (z + tg\varphi_1 \cdot x) \cdot \delta_3 + 9{,}81 \cdot \delta_3 \cdot (a - a_2) \cdot \gamma_г \cdot V_p^2 \right\} \cdot \cos\left[arctg\left(\frac{i + \sin\varphi_1}{\cos\varphi_1} \right) - \varphi_1 \right].$$

Розрахуємо тяговий опір робочих органів об'ємного чизеля - глибокорозпушувача, якщо ширина захвату машини В = 2,7 м, глибина обробки а = 0,5м, швидкість руху агрегату $V_р$ = 1,5 м/с.

Робочий орган глибокорозпушувача має наступні параметри:

- ширина лемеша b= 0,25 м;
- товщина лемеша $\delta_р$= 0,02 м;
- ширина бічного ножа δ_2 = 0,15м;
- товщина бічного ножа δ_3 = 0,02м;
- кут різання лемеша $\alpha_р = 35^0$;
- задній кут різання Θ = 12°;

- кут загострення лемеша $\eta_р = 23^0$;

- кут загострення ножів бічної стінки $\eta = 20^0$;

- кут нахилу леза лемеша до вертикалі $\varepsilon_1 = 30^0$;

- кут зрушення бічного ножа $\varepsilon_2 = 10^0$;

- кут нахилу бічного ножа до горизонталі $\alpha = 60^0$;

- ширина захоплення корпуса $b_0 = 0,5$ м;

- висота лемеша: $a_1 = 0,2$м и $a_2 = 0,1$м;

Фізико-механічні властивості ґрунту такі:

- кут зовнішнього тертя $\varphi_1 = 22^0$;

- кут внутрішнього тертя $\varphi_2 = 30^0$;

- об'ємна маса $\gamma_п = 1,6$ т/м^3;

- кількість ударів твердоміра Су = 8.

1. Для восьми (Су = 8) ударів твердоміра зчеплення часток ґрунту $Су_{\partial}$ і її граничну несуча здатність $К^1$, рівні; $Су_{\partial} = 1,4$кН/м^2; $К^1 = 280$ кН/м^2

2. Коефіцієнт ковзання для бічної стінки визначиться з виразу

$$i = \frac{\cos(10^0 + 20^0 + 22^0)}{\sin(20^0 + 22^0)} = 0,92$$

3. Розраховуємо тяговий опір різанню ґрунту лемешем

$$P_{p1} = \langle 1,4 \cdot \left\{ \left[\frac{0,66 \cdot 0,5^2 \cdot ctg30^0}{\cos(35^0 + 30^0)} + 0,5 \cdot \left[0,25 - \left(\frac{0,2-0,1}{2\sin 35^0} \right) \cdot tg\varepsilon_2 - \frac{0,1}{2\sin 10^0} \cdot tg30^0 \right] \right\} + \right.$$

$$+ 4,9 \cdot 0,5^2 \left[0,25 - \left(\frac{0,2-0,1}{2\sin 35} \right) \cdot tg10^0 - \frac{0,1}{2\sin 35^0} \cdot tg30^0 \right) \Big] \cdot tg^2 \left(45^0 - \frac{30^0}{2} \right) \cdot 1,6 \times$$

$$\times \left[\sin 30^0 + \cos(35^0 - 30^0) \cdot \cos 35^0 \cdot tg22^0 \right] + 2 \cdot 0,5^2 \cdot \{ 0,5 \cdot C_{y\partial} \cdot \left[tg(35^0 + 30^0) + ctg35^0 \right] \times$$

$$\times \left[\frac{0,66 \cdot ctg30^0}{\cos(35^0 + 30^0)} \right] + 4,9 \left(\frac{0,15 + 0,2}{2} \right) \cdot tg^2 \left(45^0 - \frac{30^0}{2} \right) \cdot \sin 30^0 \cdot 1,6 \} \cdot tg22^0 + 280 \times$$

$$\times (0,0025 + tg22^0 \cdot 0,0025) \cdot \left[0,25 - \left(\frac{0,2-0,1}{2\sin 35^0} \cdot tg10^0 - \frac{0,1}{2\sin 35} \cdot tg35^0 \right) \right] + 9,81 \cdot 0,5 \times$$

$$\left. \times \left[0,25 - \left(\frac{0,2-0,1}{2\sin 35^0} \right) \cdot tg10^0 - \frac{0,1}{2\sin 35^0} \cdot tg30^0 \right] \cdot 1,6 + \frac{\sin 35^0 \cdot \cos 12^0}{\sin(35^0 + 12^0)} \cdot 1,5^2 \right\rangle = 3,12 кН$$

4. Тяговий опір різанню ґрунту бічними ножами визначаємо при ($\alpha = 60^0 > 45^0$),

$$P_{рбок} = \{1,4 \cdot \left[\frac{0,66 \cdot (0,5-0,2)^2 \cdot ctg30^0}{\cos(45^0+30^0)} + 0,02 \cdot (0,5-0,2) \right] + 4,9 \cdot 0,002 \cdot (0,5-0,2)^2 \times$$

$$\times tg^2\left(45^0 - \frac{30^0}{2}\right) \cdot 1,6 \cdot \left[\sin 30^0 + \cos(60^0 - 30^0) \cdot \cos 60^0 \cdot tg 22^0\right] + 280 \times$$

$$\times (0,0025 + tg22^0 \cdot 0,0025) \cdot 0,02 + 9,81 \cdot 0,02 \cdot (0,5-0,2) \cdot 1,6 \cdot 1,5^2\} \times$$

$$\times \cos\left[arctg\left(\frac{0,92 + \sin 22^0}{\cos 22^0} \right) - 22^0 \right] = 0,32 кН$$

5. Тяговий опір розпушуванню одним робочим органом визначимо по формулі

$$P_{01}=3,12 + 2 \cdot 0,32 = 3,8 кН$$

6. Питомий опір розпушуванню ґрунту визначимо з виразу

$$K_1 = \frac{P_{01}}{b \cdot a} \qquad (3.7)$$

$$K_1 = \frac{3,8}{0,5 \cdot 0,5} = 15,2 кН / м^2$$

7. Загальний тяговий опір двостоякового чизеля можна визначити так

$$W_{ро} = K_1 \cdot B \cdot a \qquad (3.8)$$

$$W_{ро} = 15,2 \cdot 2,1 \cdot 0,5 = 15,9 кН$$

Загальний тяговий опір стояка без урахування додаткових ріжучих периметрів для одного робочого органу становить відповідно до розрахунків 3,8 кН.

Введені додаткові конструктивні елементи працюють у розпушеному ґрунті і сприймають значно менший тиск. Площа їх поверхні становить приблизно 5% від поверхні бокових стояків. Тому їх вплив можна приблизно обчислити пропорційно збільшенню площі останніх. Тяговий опір модернізованого робочого органу можна обчислити

$$P_{01} = 3,12 + 0,32 \cdot 1,05 = 3,5 кН$$

Таким чином, введені конструктивні зміни збільшили тяговий опір знаряддя на величину ΔP_{01}

$$\Delta P_{01} = \frac{3,8 - 3,5}{3,5} \cdot 100 = 8,57\%$$

3.3 Обґрунтування швидкості руху при виконанні технологічного процесу

Для двостоякового чизельного ґрунтообробного агрегату проводимо розрахунок для типових полів північного степу України і для найважчих умов. У більш «легких» умовах, відомо, що при вологості «фізичної стиглості» ґрунту якість обробки ґрунту відповідно до агротехнічних вимог можна досягти будь-яким робочим органом, а отже і витрати праці на виконання технологічного процесу теж будуть мінімальними. Розрахунок проводимо в порівнянні з полицевим обробітком ґрунту плугом ПЛН-5-35 при тому що використовуємо в рівних умовах.

Для розрахунку приймаємо:

- марка трактора – Т-150;
- марка машини: - плуг чизельний - ПЧ-2,7М;
  - плуг полицевий - ПЛН-5-35;
- тип ґрунту – чорнозем важко суглинистий;
- агрофон – стерня;
- глибина обробітку: - плуга чизельного - до 40...45см;
  - плуга полицевого - до 25см;
- рельєф поля – пересічений, ухил до 3 %;
- розмір поля – L – 2000 м; B – 1200 м.
- експлуатаційна маса трактора – 7230 кг;
- експлуатаційна маса знаряддя: - плуга чизельного – 1200кг;
  - плуга полицевого – 950кг;
- максимальна ширина захвату: - плуга чизельного – 2,7м;

- плуга полицевого – 1,7м;

– припустима робоча швидкість – до 11км/год.

Таблиця 3.1

Характеристика трактора Т-150 при $N_{кр} = N_{кр\,max}$

Передача	V_p, км /год.	$P_{кр}$, к Н	Буксування, δ, %
III	8,3	34,1	8,9
IV	11,0	28,4	7,5

$$K = K_0 \cdot \left[1 + \left(V_p - V_0\right)\frac{\Delta C}{100}\right], \tag{3.9}$$

де

V_0 = 5 км /год. [4];

$K_{0(чиз)}$ = (4...6);

$K_{0(плуг)}$ = 5,9;

V_p, км /год.;

ΔC 2…3%.

для чизельного та полицевого плугів:

$$K_{III(чиз)} = 5{,}5 \cdot \left[1 + \left(8{,}3 - 5\right) \cdot \frac{3}{100}\right] = 6{,}04 кН/м$$

$$K_{IV(чиз)} = 5{,}5 \cdot \left[1 + \left(11 - 5\right) \cdot \frac{3}{100}\right] = 6{,}49 кН/м$$

для полицевого плуга: кН /м;

$$K_{III(плуг)} = 5{,}9 \cdot \left[1 + \left(8{,}3 - 5\right) \cdot \frac{3}{100}\right] = 6{,}49 кН/м$$

$$K_{IV(плуг)} = 5{,}9 \cdot \left[1 + \left(11 - 5\right) \cdot \frac{3}{100}\right] = 6{,}96 кН/м$$

Визначаємо ширину граничну захоплення агрегату:

$$B_{пр} = \frac{P_{кр} - G \cdot \sin\alpha}{K + S_м \cdot \sin\alpha + S_{сц} \cdot \left(f + \sin\alpha\right)}, \tag{3.10}$$

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

$$\sin\alpha = \frac{3}{100} = 0{,}03\%. \tag{3.11}$$

$$S_м = \frac{G_м}{в_к}, \tag{3.12}$$

де $в_к$ – конструктивна ширина захоплення агрегату, м;

$G_м$ – маса комбінованого ґрунтообробного агрегату, кН.

для чизельного плуга:

$$B_{пр(чиз)} = \frac{34{,}1 - 72{,}2 \cdot 0{,}03}{6{,}04 + 4{,}73 \cdot 0{,}03} = 5{,}16\text{м}.$$

для полицевого плуга:

$$B_{пр(плуг)} = \frac{34{,}1 - 72{,}2 \cdot 0{,}03}{6{,}49 + 4{,}73 \cdot 0{,}03} = 4{,}81\text{м}$$

$$B_{пр(чиз)} = \frac{28{,}4 - 72{,}2 \cdot 0{,}03}{6{,}49 + 4{,}73 \cdot 0{,}03} = 3{,}95\text{м}.$$

$$B_{пр(плуг)} = \frac{28{,}4 - 72{,}2 \cdot 0{,}03}{6{,}96 + 4{,}73 \cdot 0{,}03} = 3{,}61\text{м}$$

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{B_{пр}}}{\mathrm{в_к}}. \tag{3.13}$$

для чизельного плуга:

$$n_{III} = \frac{5{,}16}{2{,}7} = 1{,}91$$

для полицевого плуга:

$$n_{III} = \frac{5{,}16}{1{,}75} = 1{,}7$$

$$n_{IV} = \frac{3{,}95}{2{,}7} = 1{,}42$$

$$n_{IV} = \frac{3{,}61}{1{,}75} = 1{,}06$$

По даному розрахунку можна судити про те, що кількість машин при роботі по чизелюванню, і полицевого обробітку ґрунту як на III, так і на IV

$$R_a = n \cdot B_p \cdot K + G_м \cdot n \cdot \sin\alpha, \tag{3.14}$$

$$B_p = в_к \cdot \beta, \tag{3.15}$$

$$B_p = 2{,}7 \text{ м}.$$

для чизельного плуга:

$$\mathrm{R_{a(чиз)}} = 1 \cdot 2{,}7 \cdot 6{,}04 + 4{,}73 \cdot 1 \cdot 0{,}03 = 16{,}45\text{кН}$$

$$\mathrm{R_{a(чиз)}} = 1 \cdot 2{,}7 \cdot 6{,}49 + 4{,}73 \cdot 1 \cdot 0{,}03 = 17{,}66\text{кН}$$

для полицевого плуга:

$$\mathrm{R_{a(плуг)}} = 1 \cdot 1{,}75 \cdot 6{,}49 + 4{,}73 \cdot 1 \cdot 0{,}03 = 11{,}45\text{кН}$$

$$\mathrm{R_{a(плуг)}} = 1 \cdot 1{,}75 \cdot 6{,}96 + 4{,}73 \cdot 1 \cdot 0{,}03 = 12{,}32\text{кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\xi_\mathrm{p} = \frac{\mathrm{R_a}}{\mathrm{P_{кр}} - \mathrm{G} \cdot \sin\alpha}; \tag{3.16}$$

$$\xi_{pIII\,(чиз)} = \frac{16{,}45}{34{,}1 - 72{,}3 \cdot 0{,}03} = 0{,}62$$

$$\xi_{pIV\,(чиз)} = \frac{17{,}66}{28{,}4 - 72{,}3 \cdot 0{,}03} = 0{,}73$$

$$\xi_{pIII\,(плуг)} = \frac{11{,}45}{34{,}1 - 72{,}3 \cdot 0.03} = 0{,}56$$

$$\xi_{pIV\,(плуг)} = \frac{12.32}{28{,}4 - 72{,}3 \cdot 0{,}03} = 0{,}68$$

3.4 Розрахунки експлуатаційні

$$W_{ЗМ} = 0{,}1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot T_{ЗМ} \cdot \tau \qquad (3.17)$$

$$T_P = \frac{T_{ЗМ} - T_{ПЗ} - T_{ЩТО} - T_{Ф} - T_{ПЕР}}{60\left(1 + \tau_{ПОВ}\right)} \qquad (3.18)$$

$$\tau_{ПОВ} = \frac{V_П \cdot t_{ПОВ}}{3{,}6 \cdot L} \qquad (3.19)$$

$$\tau_{ПОВ} = \frac{8{,}3 \cdot 50}{3{,}6 \cdot 1200} = 0{,}096$$

$$T_P = \frac{480 - 6 - 25 - 30 - 15}{60\left(1 + 0{,}096\right)} = 6{,}14$$

$$\tau = \frac{6{,}14}{8} = 0{,}76$$

Підставляємо отриманні данні в формулу (3.17)

$$W_{ЗМ} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 11 \cdot 8 \cdot 0,76 = 18,05 \text{ га} \quad (3.20)$$

Витрати праці

$$З_п = \frac{n}{W_{ГОД}} = 1/2,25 = 0,44 \text{ чол.·год./г} \quad (3.21)$$

де: n – кількість механізаторів.

Визначаємо гектарну витрату палива:

Агрегат складається з трактора Т-150 і плуга ПЧ-2,7М.

$$q = \frac{Q_P \cdot T_P + Q_X \cdot T_X + Q_O \cdot T_O}{0,1 \cdot B_P \cdot V_{P.} \cdot T_P} \quad (3.22)$$

Витрати складають q = 24,8 кг/га.

3.5 Обґрунтування вала прикочуючих котків

Вал котка не є самим навантаженим елементом конструкції. Але найбільш небезпечним моментом у процесі роботи може бути випадок, коли вал котка аварійно припинить обертання, а машина продовжує рух.

Визначимо зусилля, яке буде діяти на вал у згаданому випадку.

Зусилля буде витрачатись на утворення лінії зколу від леміша ротора. Лінія зколу буде розповсюджуватись вперед під кутом внутрішнього тертя грунту.

Площа Міделевого перетину орного шару

$$S_{mid} = a \cdot L \quad (3.23)$$

$$S_{mid} = 0,5 \cdot 1,05 = 0,5 м^2.$$

Площа зколу

$$S = S_{mid}/\cos\varphi_2, \quad (3.24)$$

де $\varphi_2 = 22^0$ – середньостатистичний кут внутрішнього тертя грунту типа чорнозем середньо суглинистий.

$$S = 0{,}5/0{,}92 = 0{,}54 м^2,$$

Загальне зусилля

$$P = S \cdot C_{пит}\ , \qquad (3.25)$$

де $C_{пит}$ = питоме зчеплення часток грунту.

Остаточно, питоме зусилля, що діє на вал ротора становить

$$P = 0{,}54 \cdot 15 = 8\ кН/м^2,$$

$$Q = P/L\ . \qquad (3.26)$$

$$Q = 8\ кН/2{,}05 = 4\ кН/м$$

Схема діючих сил представлена на рис. 6.1.

Визначаємо реакції в опорах R_A і R_B

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2}, \qquad (3.27)$$

де l – відстань між опорами, м.

$$R_A = R_B = \frac{4 \cdot 1{,}05}{2} = 2{,}1\,кН.$$

Визначаємо значення поперечних сил Q і згинаючого момента $M_{из}$ і будуємо епюри

$$Q = R_A - qx, \qquad 0 \le x \le 1{,}05, \qquad (3.28)$$

$$Q_{(0)} = R_A = 2{,}1 кН;$$

$$Q_{(1{,}05)} = 2{,}1 - 4 \cdot 1{,}05 = -2{,}1 кН;$$

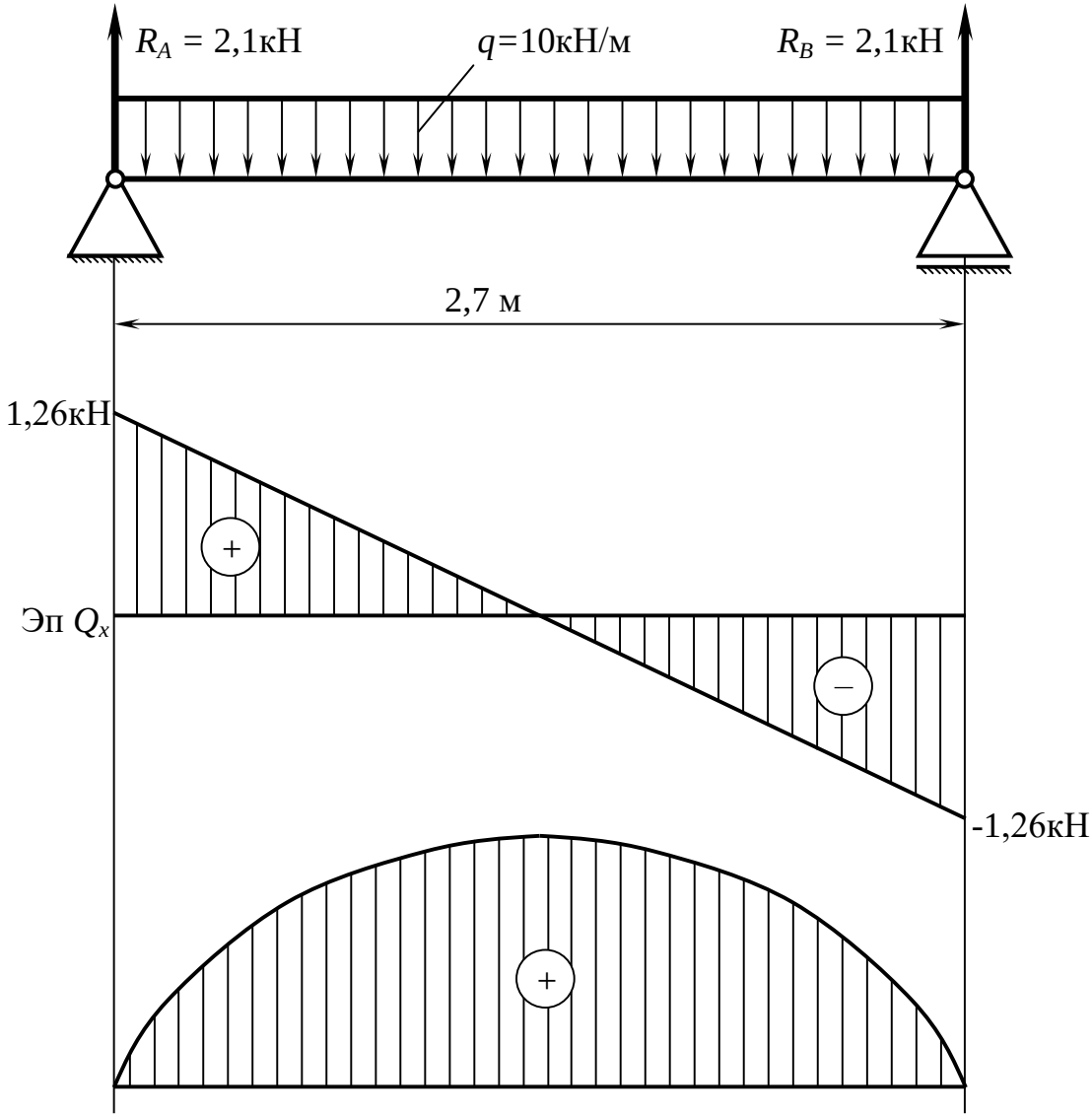


Рисунок 3.4 - Схема діючих сил, епюра сил і моментів

$$M_{из} = R_A \cdot x - q\frac{x^2}{2}, \tag{3.29}$$

$$M_{из(0)} = 2{,}1 \cdot 0 - 4\frac{0^2}{2} = 0$$

$$M_{из(1.05)} = 2{,}1 \cdot 1{,}05 - 4\frac{1{,}05^2}{2} = 0$$

$$M_{из(0{,}525)} = 2{,}1 \cdot 0{,}525 - 4\frac{0{,}525^2}{2} = 0{,}5512\,\text{кН·м}.$$

Виходячи з умови міцності на згин визначаємо діаметр вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{0{,}1[\sigma]}}, \tag{3.30}$$

де M_{max} – максимальна напруга на згин, МПа.

$$d = \sqrt[3]{\frac{0{,}5512 \cdot 10^6}{0{,}1 \cdot 100}} = 0{,}029 \text{м}.$$

Відповідно до розрахунків приймаємо d = 30 мм.

Висновки

Внесенні конструктивні зміни до чизеля ПЧФ-2,2 враховують досвід випробування машин і дозволять покращити якість виконання технологічного процесу.

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

Загальний тяговий опір без урахування додаткових ріжучих периметрів для одного робочого органу становить відповідно до розрахунків 3,8 кН. Введені додаткові конструктивні елементи працюють у розпушеному ґрунті і сприймають значно менший тиск. Площа їх поверхні становить приблизно 5% від поверхні бокових стояків. Тому їх вплив можна приблизно обчислити пропорційно збільшенню площі останніх. Тяговий опір модернізованого робочого органу складає 3,5кН. Тобто введені конструктивні зміни збільшили тяговий опір знаряддя на величину $\Delta P_{01} = 8{,}57\%$.

Відповідно до виконаних розрахунків встановлено, що для даних умов експлуатації чизельного плуга нам необхідно прийняти IV передачу. В той же час є запас потужності двигуна в разі короткочасних перевантажень, що також сприяє підвищенню продуктивності. Відповідно до розрахунків приймаємо: швидкість руху агрегату V_p = 11 км /год.; годинна витрата палива G_m = 24,8 кг /год.

Оптимальна кількість корпусів для чизеля при використанні його для основного обробітку ґрунту при ширині захвату 2,7м становить n = 3. Відповідно до розрахунків для забезпечення надійності роботи прикочую чого котка приймаємо d = 30 мм.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Сучасне сільськогосподарське виробництво передбачає широке застосування енергонасичених машинно-тракторних агрегатів, серед яких важливе місце займають чизельні знаряддя для глибокого обробітку ґрунту. Використання глибокорозпушувачів дозволяє покращити агрофізичні властивості ґрунту, зменшити ущільнення орного шару та підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Разом із тим, експлуатація чизелів пов’язана з підвищеною небезпекою, що обумовлено значними тяговими зусиллями, наявністю масивних робочих органів, гідравлічних систем та рухомих елементів. Порушення правил техніки безпеки може призвести до травмування персоналу, аварій та виходу з ладу техніки. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває розробка та дотримання вимог охорони праці при роботі з чизельними агрегатами.

Нормативно-правова база охорони праці

Організація безпечної роботи з чизельними агрегатами регламентується рядом нормативних документів, зокрема:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Кодекс законів про працю України (КЗпП);
- НПАОП 0.00-1.01-12 «Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві»;
- ДСТУ щодо безпеки машин і обладнання;
- інструкції з експлуатації конкретного агрегату.

Згідно з цими документами роботодавець зобов’язаний:

- забезпечити безпечні умови праці;
- організувати навчання та інструктаж працівників;
- забезпечити засобами індивідуального захисту.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

При роботі з чизелем на оператора та обслуговуючий персонал можуть діяти такі фактори:

Механічні фактори

- рухомі частини агрегату;
- обертальні елементи;
- можливість відриву або руйнування робочих органів;
- наїзд техніки.

Фізичні фактори

- підвищений рівень шуму;
- вібрація;
- запиленість повітря;
- несприятливі метеорологічні умови.

Технічні фактори

- несправність гідросистеми;
- раптове опускання або підняття агрегату;
- розгерметизація гідравлічних шлангів.

Ергономічні фактори

- перевтома оператора;
- незручне робоче положення;
- психологічне навантаження.

Вимоги до персоналу

До роботи з чизельними агрегатами допускаються особи, які:

- досягли 18-річного віку;
- мають відповідну кваліфікацію;
- пройшли медичний огляд;
- пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці.

Працівник повинен:

- знати будову агрегату;
- володіти навичками безпечної роботи;
- вміти надавати першу допомогу;

- дотримуватись виробничої дисципліни.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Огляд технічного стану

- перевірити раму, лапи, стійки;
- оглянути кріплення;
- перевірити справність гідросистеми;
- переконатися у відсутності витоків масла.

Перевірка агрегатування

- правильність зчеплення з трактором;
- надійність фіксації пальців і шплінтів;
- роботу навісної системи.

Підготовка робочого місця

- очистити поле від сторонніх предметів;
- визначити маршрути руху;
- перевірити відсутність людей у зоні роботи.

Вимоги безпеки під час роботи

Перед початком роботи необхідно:

- подати звуковий сигнал;
- переконатися у безпечності початку руху.

Робочий процес

Під час роботи забороняється:

- регулювати агрегат на ходу;
- очищати робочі органи;
- перебувати стороннім особам у зоні роботи.

Оператор повинен:

- контролювати глибину обробітку;
- стежити за рівномірністю роботи;
- уникати різких маневрів.

Маневрування

- повороти здійснювати з піднятим чизелем;

- швидкість зменшувати до мінімальної;
- уникати різких поворотів.

Аварійні ситуації

У разі виникнення небезпеки:

- негайно зупинити агрегат;
- заглушити двигун;
- усунути несправність.

Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні

Технічне обслуговування включає:

- очищення;
- регулювання;
- ремонт.

При цьому необхідно:

- повністю зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- використовувати підставки та упори.

Забороняється:

- працювати під піднятим агрегатом без фіксації;
- використовувати несправний інструмент.

Вимоги безпеки в особливих умовах

Робота на схилах

- дотримуватись допустимого кута нахилу;
- рухатись уздовж горизонталей.

Робота в нічний час

- забезпечити освітлення;
- перевірити світлову сигналізацію.

Робота в складних погодних умовах

- уникати роботи під час сильного дощу;
- зменшувати швидкість при поганій видимості.

Засоби індивідуального захисту

Оператор повинен використовувати:

- спецодяг;
- захисне взуття;
- рукавиці;
- захисні окуляри;
- протишумові засоби.

Вимоги безпеки після завершення роботи

Після завершення роботи необхідно:

- очистити агрегат;
- провести огляд;
- встановити техніку на стоянку;
- повідомити про несправності.

Пожежна безпека

Для запобігання пожежам необхідно:

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

Висновки

Дотримання вимог охорони праці при роботі з чизельними агрегатами є ключовим фактором забезпечення безпеки виробничого процесу. Проведений аналіз показує, що основні ризики пов’язані з механічними пошкодженнями, впливом гідравлічних систем, а також людським фактором.

Ефективна система безпеки повинна базуватись на: належній підготовці персоналу; регулярному технічному контролі агрегатів; суворому дотриманні технологічних регламентів; використанні засобів індивідуального захисту.

Особливу увагу слід приділяти профілактичним заходам, оскільки більшість нещасних випадків виникає через недотримання елементарних

правил безпеки. Впровадження сучасних систем контролю технічного стану машин, автоматизації процесів та підвищення культури виробництва дозволяє суттєво знизити рівень виробничого травматизму.

Отже, забезпечення безпечної експлуатації чизелів є комплексним завданням, що включає технічні, організаційні та людські аспекти, і є невід’ємною складовою ефективного сільськогосподарського виробництва.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва важливим завданням є підвищення ефективності використання технічних засобів та зниження витрат на обробіток ґрунту. Традиційні технології, зокрема оранка, характеризуються значними енергетичними витратами, високим зносом техніки та негативним впливом на структуру ґрунту.

Одним із перспективних напрямів удосконалення технології обробітку є застосування чизельних знарядь (глибокорозпушувачів), які забезпечують:

- зниження тягового опору;
- економію пального;
- зменшення ущільнення ґрунту;
- підвищення врожайності.

Економічна доцільність впровадження чизельного обробітку визначається шляхом порівняння витрат і результатів базової та нової технології. (додаток А)

Застосуємо стандартну методику обрахунку

$$К_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{300}{1,42} = 211,27 \text{ год.} \qquad К_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{300}{2,3} = 130,43 \text{ год.} \quad (5.1)$$

$$В_{П} = 211,27 \text{ год.} \quad В_{П} = 130,43 \text{ год.} \quad (5.2)$$

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

П = 69,71 грн./га П = 43,04 грн./га

Т: $А_{ТР} = \frac{420300 \cdot 15}{300 \cdot 1000 \cdot 1,42} = 14,80 \text{ грн/га}$ $А_{ТР} = \frac{420300 \cdot 15}{300 \cdot 1000 \cdot 2,3} = 9,13 \text{ грн/га}$

П: $A_M = \frac{19500 \cdot 12}{300 \cdot 500 \cdot 1,42} = 1,09$ грн/га $A_M = \frac{21000 \cdot 12}{300 \cdot 500 \cdot 2,3} = 0,73$ грн/га

$A_\Sigma = 15,89$ грн/га $A_\Sigma = 9,86$ грн/га

$B_{ПММ} = 90 \cdot 25,7 = 2313$ грн./га

$B_{ПММ} = 90 \cdot 24,8 = 2232$ грн./га

$$B = \frac{B_Б \cdot (\alpha_{ТО} + \alpha_З + \alpha_{ТР})}{100 \cdot K_{НГ} \cdot W_{ГОД}}, \quad (5.4)$$

Т: $B_{ТР} = \frac{420300 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{300 \cdot 211,27 \cdot 1,42} = 89,66$ грн./га

$B_{ТР} = \frac{420300 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{300 \cdot 130,43 \cdot 2,3} = 89,66$ грн./га

П: $B_M = \frac{19500 \cdot (8 + 0,2)}{300 \cdot 211,27 \cdot 1,42} = 1,77$ грн/га

$B_M = \frac{21000 \cdot (8 + 0,2)}{300 \cdot 130,43 \cdot 2,3} = 1,91$ грн/га

Б

$E_B = 69,71 + 15,89 + 2313 + 91,43 = 2490,03$ грн/га

П

$E_B = 43,04 + 9,86 + 2232 + 91,57 = 2376,47$ грн/га

E_{Σ} = 2490,03 · 300 = 747009 грн. E_{Σ} = 2376,47 · 300 = 712941 грн.

Б П

Т: $К_В = \frac{B_Б}{W_{СЕЗ}} = \frac{420300}{300} = 1401$ грн/га $К_В = \frac{420300}{300} = 1401$ грн/га

П: $К_В = \frac{19500}{300} = 65$ грн/га $К_В = \frac{21000}{300} = 70$ грн/га

Б

$П_В$ = 2490,03 + 0,15 · 1466 = 2709,93 грн./га

П

$П_В$ = 2376,47 + 0,15 · 1471 = 2597,12 грн./га

$П_{В\Sigma}$ = 2709,93 · 300 = 812979 грн.

Проект

$П_{В\Sigma}$ = 2597,12 · 300 = 779136грн.

E_E = 812979-779136 = 33843 грн.

N = 0,2 р

Висновки

Отримані результати свідчать, що: чизельний обробіток значно знижує витрати пального; підвищується продуктивність агрегату; зменшуються витрати праці; зростає економічна ефективність виробництва. Найбільший ефект досягається за рахунок: економії ресурсів; підвищення врожайності; скорочення часу обробітку. Впровадження чизельного знаряддя у

господарстві є економічно доцільним і ефективним заходом удосконалення технології обробітку ґрунту.

Модернізація чизеля забезпечує не лише прямий економічний ефект за рахунок зниження витрат, але й суттєві технологічні переваги, що підвищує загальну ефективність процесу та підтверджує доцільність впровадження у виробництво.(33843 грн. протягом року окупність)

Отже, використання чизельних знарядь дозволяє суттєво підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, знизити собівартість продукції та покращити агротехнічні показники обробітку ґрунту. Впровадження даної технології є доцільним як з економічної, так і з виробничої точки зору.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Чизельний обробіток є ефективним способом глибокого розпушування ґрунту без обороту пласта, що сприяє збереженню його родючості. Основними агротехнічними вимогами є забезпечення оптимальної глибини, рівномірності обробітку та високої якості розпушування. Важливу роль відіграє дотримання оптимальної вологості ґрунту та швидкості руху агрегату. Збереження рослинних решток на поверхні є ключовим фактором протиерозійного захисту. Ефективність чизелювання значною мірою залежить від технічного стану агрегату та правильного його налаштування. Дотримання агротехнічних вимог забезпечує підвищення врожайності, зниження енергетичних витрат та збереження екологічної рівноваги агроландшафтів.

2. Проведений аналіз існуючих конструкцій чизельних знарядь показав, що їх розвиток спрямований на підвищення ефективності обробітку ґрунту та зниження енергетичних витрат. Чизельні агрегати є ефективною альтернативою традиційній оранці та забезпечують безвідвальний обробіток ґрунту. Найбільш поширеними є конструкції з багаторядним розміщенням робочих органів, що забезпечують високу якість розпушування. Важливу роль відіграє конструкція робочих органів, зокрема форма лап та стійок. Комбіновані агрегати дозволяють значно підвищити продуктивність і зменшити кількість технологічних операцій. Сучасні тенденції розвитку спрямовані на створення універсальних, енергоефективних і надійних конструкцій. Отже, вдосконалення конструкцій чизельних знарядь є перспективним напрямом розвитку ґрунтообробної техніки, що сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва та збереженню родючості ґрунтів. Основна вимога до обробітку – добре розпушування, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину. В наступних розділах нами буде обґрунтовано конструктивну схему двостоякового чизельного знаряддя.

3. Внесенні конструктивні зміни до чизеля ПЧ-2,7 враховують досвід

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

4. Загальний тяговий опір без урахування додаткових ріжучих периметрів для одного робочого органу становить відповідно до розрахунків 3,8 кН. Введені додаткові конструктивні елементи працюють у розпушеному ґрунті і сприймають значно менший тиск. Площа їх поверхні становить приблизно 5% від поверхні бокових стояків. Тому їх вплив можна приблизно обчислити пропорційно збільшенню площі останніх. Тяговий опір модернізованого робочого органу складає 3,5кН. Тобто введені конструктивні зміни збільшили тяговий опір знаряддя на величину $\Delta P_{01} = 8,57\%$. Відповідно до виконаних розрахунків встановлено, що для даних умов експлуатації чизельного плуга нам необхідно прийняти IV передачу, на якій максимально використовується тягова потужність трактора і при цьому оптимальний коефіцієнт використання тягового зусилля. На III передачі експлуатація трактора недоцільна через недовантаження. В той же час є запас потужності двигуна в разі короткочасних перевантажень, що також сприяє підвищенню продуктивності. Відповідно до розрахунків приймаємо: швидкість руху агрегату V_p = 11 км /год.; годинна витрата палива G_m = 24,8 кг /год. Оптимальна кількість корпусів для чизеля при використанні його для основного обробітку ґрунту при ширині захвату 2,7м становить n = 3. Відповідно до розрахунків для забезпечення надійності роботи прикочую чого котка приймаємо d = 30 мм.

4. Ефективна система безпеки повинна базуватись на: належній підготовці персоналу; регулярному технічному контролі агрегатів; суворому дотриманні технологічних регламентів; використанні засобів індивідуального захисту. Особливу увагу слід приділяти профілактичним заходам, оскільки

більшість нещасних випадків виникає через недотримання елементарних правил безпеки. Впровадження сучасних систем контролю технічного стану машин, автоматизації процесів та підвищення культури виробництва дозволяє суттєво знизити рівень виробничого травматизму. Отже, забезпечення безпечної експлуатації чизелів є комплексним завданням, що включає технічні, організаційні та людські аспекти, і є невід'ємною складовою ефективного сільськогосподарського виробництва.

5. Найбільший ефект досягається за рахунок: економії ресурсів; підвищення врожайності; скорочення часу обробітку. Впровадження чизельного знаряддя у господарстві є економічно доцільним і ефективним заходом удосконалення технології обробітку ґрунту. Модернізація чизеля забезпечує не лише прямий економічний ефект за рахунок зниження витрат, але й суттєві технологічні переваги, що підвищує загальну ефективність процесу та підтверджує доцільність впровадження у виробництво.(33843 грн. протягом року окупність). Отже, використання чизельних знарядь дозволяє суттєво підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, знизити собівартість продукції та покращити агротехнічні показники обробітку ґрунту. Впровадження даної технології є доцільним як з економічної, так і з виробничої точки зору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 2016. – 368 с.

2. Кравчук В. І. Машини для обробітку ґрунту. – К.: Агроосвіта, 2019. – 288 с.

3. Мельник В. О. Механізація рослинництва. – Львів: Новий Світ, 2017. – 256 с.

4. Бойко І. Г. Ґрунтообробні машини. – К.: Вища школа, 2018. – 240 с.

5. Ляшенко О. П. Технології обробітку ґрунту. – К.: Урожай, 2016. – 220 с.

6. Шевченко П. Г. Сільськогосподарські машини: підручник. – К.: Знання, 2020. – 410 с.

7. Іванов С. В. Теорія сільськогосподарських машин. – Харків: Основа, 2015. – 350 с.

8. Ковальчук Ю. О. Механізація польових робіт. – Луцьк: Волинь, 2016. – 230 с.

9. Савченко Л. О. Проектування робочих органів машин. – К.: НУБіП, 2021. – 300 с.

10. Руденко В. Д. Надійність сільськогосподарської техніки. – Одеса: Астропринт, 2017. – 275 с.

11. Григоренко П. М. Сільськогосподарські машини. – Харків: ХНТУСГ, 2018. – 320 с.

12. Петренко Д. М. Конструкція сільськогосподарських машин. – К.: Каравела, 2020. – 360 с.

13. Гнатюк В. П. Механізація аграрного виробництва. – Львів: Світ, 2017. – 280 с.

14. Олійник Р. С. Основи агроінженерії. – Тернопіль: Богдан, 2019. – 220 с.

15. Кириленко І. Г. Сучасні агротехнології. – К.: Аграрна наука, 2020. – 340 с.

16. Кравець С. П. Теорія різання ґрунту. – Львів: Сполом, 2018. – 270 с.

17. Марченко І. В. Інженерна механіка. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 330 с.

18. Мартиненко В. Я. Динаміка машин. – К.: Техніка, 2016. – 310 с.

19. Денисенко М. І. Основи технічної діагностики. – К.: Ліра-К, 2019. – 265 с.

20. Бондаренко А. І. Основи проектування машин. – К.: Либідь, 2018. – 320 с.

21. Сидоренко М. І. Машини для глибокого обробітку ґрунту. – Дніпро: Пороги, 2021. – 275 с.

22. Жук О. С. Машини для обробітку ґрунту і посіву. – К.: Урожай, 2019. – 300 с.

23. Нечипоренко О. В. Технічні системи в аграрному секторі. – К.: Аграрна освіта, 2021. – 295 с.

24. Лещенко С. М. Конструктивні особливості додаткових робочих органів чизельних глибокорозпушувачів // Збірник тез… – К.: НУБіП України, 2023. – С. 254–257.

25. Чизельний плуг – технічне забезпечення процесів глибокого розпушування ґрунту // Пропозиція. – 2017. – № 6. – С. 45–49.

26. Глибокорозпушувач – головний елемент консервувального обробітку ґрунту // Пропозиція. – 2018. – № 4. – С. 38–42.

27. Чизелі: вітчизняні й зарубіжні конструкції // Агробізнес сьогодні. – 2015. – № 10. – С. 22–27.

28. Збірник тез наукових праць з механізації АПК. – Житомир: ЖАТК, 2021. – 180 с.

29. Барановський В. М. Технології вирощування культур. – К.: Урожай, 2018. – 315 с.

30. Павленко С. І. Основи агрономії. – Харків: Фоліо, 2016. – 280 с.

31. Пат. UA 118765 U, МПК A01B. Чизельний культиватор / В. І. Кравчук та ін. – № u201703456; заявл. 03.04.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.

32. Пат. UA 102345 C2, МПК A01B. Робочий орган глибокорозпушувача / О. П. Ляшенко. – № a201112345; заявл. 12.10.2011; опубл. 25.06.2013, Бюл. № 12.

33. Пат. UA 126789 U, МПК A01B. Ґрунтообробне знаряддя чизельного типу / С. М. Лещенко. – № u201804321; заявл. 15.04.2018; опубл. 11.09.2018, Бюл. № 17.

34. Пат. UA 110234 C2, МПК A01B. Глибокорозпушувач / В. П. Гнатюк. – № a201306789; заявл. 22.05.2013; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23.

35. Пат. UA 135678 U, МПК A01B. Комбіноване ґрунтообробне знаряддя / Ю. О. Ковальчук. – № u201905678; заявл. 18.06.2019; опубл. 25.10.2019, Бюл. № 20.

36. Пат. US 4703810 A, МПК A01B. Chisel plow / заявл. 1985; опубл. 03.11.1987.

37. Пат. US 4174002 A, МПК A01B. Soil tillage implement / заявл. 1977; опубл. 13.11.1979.

38. Пат. US 20130206456 A1, МПК A01B. Subsoiler implement / заявл. 2012; опубл. 15.08.2013.

39. Пат. US 8899336 B2, МПК A01B. Deep tillage apparatus / заявл. 2012; опубл. 02.12.2014.

40. Пат. EP 2456789 A1, МПК A01B. Soil loosening implement / заявл. 2010; опубл. 30.05.2012.

41. Пат. EP 1987654 B1, МПК A01B. Cultivator with chisel tines / заявл. 2007; опубл. 12.11.2014.

42. Пат. DE 102009045678 A1, МПК A01B. Bodenlockerungsgerät / заявл. 2009; опубл. 2011.

43. Пат. DE 102012012345 B3, МПК A01B. Tiefenlockerer / заявл. 2012; опубл. 2013.

44. Пат. CN 103456789 A, МПК A01B. Subsoiling machine / заявл. 2013; опубл. 2014.

45. Пат. CN 105678321 B, МПК A01B. Deep soil loosening device / заявл. 2015; опубл. 2017.

ДОДАТКИ

Додаток А

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			ПЛН-5-35	ПЧ-2,7М
1	Річний обсяг роботи	га	300	300
2	Продуктивність	га/год.	1,42	2,3
3	Витрати ПММ	кг/га	25,7	24,8
4	Вартість: - трактора - плуга - всього	грн.	 420300 19500 439800	 420300 21000 441300
5	Кількість обслуговую-чого персоналу	чол.	1	1

Додаток Б

Економічна ефективність проекту

1	Вид роботи	Оранка	
2	Об'єм роботи, га	300	300
3	Склад агрегата: трактор плуг	 Т-150 ПЛН-5-35	 Т-150 ПЧ-2,7М
4	Продуктивність, га/год	1,42	2,3
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	211,27	130,43
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	 1 -	 1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	211,27	130,43
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	25,7	24,8
11	Балансова вартість, грн: трактора машини	 420300 19500	 420300 21000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	90	90
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б.Амортизаційні відрахування: -трактор -машина -всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ПР, зберігання. -трактора -машина -всього	2490,03 69,71 14,8 1,09 15,89 2313 89,66 1,77 91,43	2376,47 43,04 9,13 0,73 9,86 2232 89,66 1,91 91,57
14	Капітальні вкладення, грн/га	1466	1471
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	2709,93 812979	2597,12 779136
16	Річний економічний ефект, грн		33843
17	Строк окупності, років		0,2