

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 дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Підвищення ефективності механізації рослинництва шляхом
удосконалення міні-трактора TZ4K14**

Виконала: студентка 3 курсу, групи АІСз-1-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Череп Анастасія Олексіївна

Керівник: _____ Волик Борис Анатолійович

Рецензент: _____

Дніпро – 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

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

_____ Череп Анастасії Олексіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності механізації рослинництва шляхом удосконалення міні-трактора TZ4K14

керівник роботи _____ Волик Борис Анатолійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«б» травня 2024 року № 985

2. Строк подання студентом роботи _____ 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Напрацювання кафедри по розробці міні техніки для механізації рослинництва. Вробничі дані по господарству в якому буде реалізовано проект.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності. 2. Технологічна частина. 3. Конструктивно-технологічні розрахунки. 4. Охорона праці та навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка проекту. Висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Характеристика господарства (А1). 2. Об'єкт удосконалення (А1). 3. Аналіз конструкцій трансмісій (А1). 4. Загальний вигляд удосконаленого міні-трактора TZ4K14 (А1). 5. З'єднувальна муфта (А1). 6. Ведуча напівмуфта (А3). 7. Ведена напівмуфта (А3). 8. Палець (А4). 9. Пружна втулка (А4). 10. Стопорний гвинт (А4). 11. Дистанційна втулка (А4). 12. Економічні показники проекту (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Волик Б.А., доцент		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцентка		

7. Дата видачі завдання: 6.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	6.05.24-11.05.24	
2	Технологічний	12.05.24-20.05.24	
3	Конструкційний	21.05.24-1.06.24	
4	Охорона праці	2.06.24- 4.06.24	
5	Економічний	5.06.24-7.06.24	
6	Графічна частина	8.06.24-13.06.24	

Студент

(підпис)

Череп А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Волик Б.А.

(прізвище та ініціали)

Форм Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл ь	Примітк и
			<u>Текстові документи</u>		
A		52.ДП.014.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	68	
			<u>Графічні матеріали</u>		
A	1	52.ДП.011.000.000.А	Аналіз господарської	1	
A	2	52.ДП.011.000.000.ТХ	Об'єкт удосконалення	1	
A	3	52.ДП.011.000.000.А	Аналіз конструкцій		
			трансмисій	1	
A	4	52.ДП.011.100.000.ВЗ	Загальний вигляд		
			міні-трактора ТЗ4К14	1	
A	5	52.ДП.011.101.000.СК	З'єднувальна муфта	2	
A	6	52.ДП.011.101.0001	Ведуча напівмуфта	1	
A	7	52.ДП.011.101.002	Ведена напівмуфта	1	
A	8	52.ДП.011.101.003	Палець	1	
A	9	52.ДП.011.101.004	Пружна втулка	1	
A	10	52.ДП.011.101.005	Стопорний гвинт	1	
A	11	52.ДП.011.101.006	Дистанційна втулка	1	
A	12	52.ДП.011.000.000ПЕ	Економічні показники	1	
Підп. і дата			52.ДП.011.000.000.ПД		
Взам. інв. №					
Інв. № дубл.					
Підп. і дата					
Інв. № підп					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Череп А.О.			Лім
Перев.		Волик Б.А.			Лист
Т. контр.					3
Н. контр.		Золотовська			Листів
Затв.		Теслюк Г.В.			68
Відомість дипломного проекту					
ДДАЕУ АІСЗ-1-21					

АНОТАЦІЯ

Череп А.О. Удосконалення механізації рослинництва шляхом розробки гідростатичної трансмісії міні-трактора/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконалення механізації рослинництва шляхом розробки гідростатичної трансмісії міні-трактора.

В першому розділі проведено аналіз діяльності господарства в якому буде проведено удосконалення.

В другому розділі проведено аналіз конструктивних рішень в передачі енергії від двигуна до ходової частини тракторів. За результатами проведеного аналізу розроблено конструктивну схему гідростатичної трансмісії міні-трактора.

В третьому розділі проведено основні розрахунки конструктивних та експлуатаційних параметрів удосконаленого трактора.

В четвертому розділі розроблено заходи з охорони праці при експлуатації удосконаленого трактора з гідростатичною трансмісією.

Виконано економічне обґрунтування проведеного удосконалення.

Ключові слова: гідростатична трансмісія, крутний момент, тягове зусилля, міні-трактор, робочий об'єм гідромашини.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	8
1.1 Загальні відомості	8
1.2 Природно-кліматичні умови	9
1.3 Характеристика рослинництва	9
1.4 Механізація рослинництва	12
1.5 Нафто-господарство	14
1.6 Економічні показники господарства	15
1.7 Висновки та обґрунтування теми проекту	17
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Практичні аспекти використання та вдосконалення міні техніки	18
2.2 Об'єкт модернізації	19
2.3 Аналіз конструкцій трансмісій	22
2.4 Обґрунтування конструкції розробленої трансмісії міні трактора	28
2.5 Висновки	31
Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	32
3.1 Розрахунок ефективних показників трактора після проведеного удосконалення двигуна	34
3.2. Потенційна тягова характеристика удосконаленого трактора	36
3.3 Розрахунок гідростатичної трансмісії	40
3.4 Висновки	46
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	47
4.1 Забезпечення безпеки праці при експлуатації тракторів	47
4.2. Правила пожежної безпеки при експлуатації та обслуговуванні тракторів	50

4.3 Розрахунок освітлення ремонтної майстерні	53
4.4 Висновки	55
Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	56
Висновки	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64
ЛІТЕРАТУРА	66
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Використання оптимального комплексу машин для вирощування сільськогосподарських культур є одним із вирішальних факторів підвищення ефективності виробництва, тому заслуговує на особливу увагу визначення комплексного застосування вітчизняної та зарубіжної техніки для прогресивних технологій виробництва [1, 2].

На даний момент, на території України, має місце велика кількість малих, за площею землекористувань, сільськогосподарських та садово-паркових підприємств, площа землекористування яких знаходиться в межах 10-50 га. Велика частка малих підприємств вельми зацікавлена в технологіях систем точного землеробства, адже чим менше площі, тим розумніше і ретельніше слід її використовувати. Важливо зазначити, що, в більшості випадків, використання традиційної, крупногабаритної та важкої техніки на таких підприємствах є нераціональним і недоцільним за масово-габаритними, агротехнічними та економічними показниками. Саме тому, в господарствах з обмеженою площею землекористування, застосують комплекс міні енергетичних засобів, які більш повно відповідають агротехнічним та експлуатаційним умовам малих сільськогосподарських та садово паркових господарств.

В даний момент, більшість техніки малої механізації (а саме – міні трактори) має закордонне походження, як результат – висока вартість. Основна маса таких тракторів обладнана ступінчастими трансмісіями, що не дає змогу реалізувати максимальні їх експлуатаційні показники [3, 4].

Тому мета кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності механізації рослинництва шляхом розробки гідростатичної трансмісії міні трактора. Це дозволить реалізувати будь-яке передаточне відношення трансмісії в заданому інтервалі завдяки чому робота машино-тракторного агрегату буде найбільш продуктивною і економічною.

Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Загальні відомості

Фермерське господарство «СІЧ» розташоване в с. Волоське Дніпропетровської області Дніпровського району. Господарство розташоване за 35 кілометрів від обласного центру м. Дніпро. Загальна площа господарства становить – 370 га, з яких 50 га власної землі а інші 320 га орендує. Господарство займається вирощуванням зернових, олійних та овочевих культур.

Діяльність господарства розпочато ще в далекому 1997 році на чолі господарства знаходиться Семенов Юрій Анатолійович. На початку господарської діяльності основним напрямком було вирощуванні овочів.

В 1999 році господарство розширило свою діяльності і почало розвивати напрямком товарного виробництва зернових культур. В 2000 році придбано тваринницьке приміщення колишнього колективного господарства «ім. Котовського», яке переобладнали для зберігання збіжжя зернових та олійних культур.

Для уявлення картини виробничої діяльності господарства розглянемо структуру організації керування виробничим процесом.

Як уже говорилося очолює господарство керівник Семенов Юрій Анатолійович, він же затверджує і всі питання, які виникають в результаті господарської діяльності. Також йому допомагають агроном на ділянці рослинництва, інженер механік в організації механізації основних виробничих процесів та бухгалтер в вирішенні фінансових питань.

Середня чисельність працівників становить 22 чоловіка з яких 10 працює по найму. Чисельність робітників, які працюють по найму кожного року збільшується це пов'язано з розширенням виробництва продукції та потреби в працівниках які задіяні на сезонних роботах.

1.2 Природно-кліматичні умови

Клімат теплий з жарким літом та помірно-холодною зимою. Середня річна температура становить $14,2^{\circ}\text{C}$. В зиму ґрунт промерзає до 50-70 см вглибину. Річна кількість опадів в середньому становить 430-450 мм.

Досить теплий клімат в останні роки сприяє поширенню вирощування не типовим культур для Дніпропетровщини. Тривалість теплої періоду становить 178–195 діб. А тривалість температур вище 0°C становить 235-268 днів.

Втрата води в зв'язку з випаровуванням її із ґрунту в теплий період на території господарства перевищує кількість опадів. Тому необхідно практикувати заходи по її збереженню як наприклад мульчування чи руйнування поверхневої кірки тобто проводити впровадження в системі землеробства нових технологій по збереженню вологи в ґрунті

В зиму північні вітри приносять холод з морозами а влітку південні вітри нестерпну спеку, що викликає появу великої кількості ураганів з буревіями.

1.3 Характеристика рослинництва

Структура земельних угідь фермерського господарства за період 2021–2023 р. представлена в (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Склад і структура с/г угідь 1997–2000р.

Найменування угідь	2021	2022	2023
	га	га	га
Загальна земельна площа, га	240	370	370

До 2018 року головною спеціалізацією господарства було овочівництво 20 років господарство успішно займалося вирощуванням овочів, але з часом зернова продукція набула попиту, з'явився ринок її збуту.

Господарство періодично проводить заходи по боротьбі з бур'янами, за рахунок періодичного використання гербіцидів, парування землі з механічними обробками, такі заходи агротехніки дозволили підвищити урожайність сільськогосподарських культур на 30%.

З метою раціонального користування землею в господарстві прийняті такі сівозміни: ячмінь - кукурудза - озима пшениця - соняшник - чорний пар.

Структура посівних площ головних вирощувальних культур наведена в (табл. 1.2)

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ

Найменування культур	Роки					
	2021		2022		2023	
	га	%	га	%	га	%
Овочі	16	6,7	20	5,4	20	5,4
Озимі зернові	54	22,5	80	21,6	90	24,3
Ячмінь	30	12,5	70	18,9	70	18,9
Кукурудза на зерно	50	20,8	90	24,3	70	18,9
Соняшник	50	20,8	60	16,2	80	21,6
Під паром	40	16,7	50	13,5	60	16,2
Всього	240	100	370	100	370	100

Проаналізувавши дані наведені в (табл. 1.2) в період з 2021-2023 р. відбулися наступні зміни в структурі посівних площ: збільшився умовний важіль таких культур, як зернові культури – на 96 га, олійні культури – на 30 га, овочі – на 4 га.

Середньому за три останні роки в структурі посівних площ зернові займають 62 %, овочі 5,4 %, олійні культури 21,6 %, під паром знаходиться 16 відсотків від загальної кількості.

. Для запобігання вітрових та водних ерозій в фермерському господарстві «СІЧ» проводиться комплекс заходів по запобіганню їх виникнення шляхом впровадження нових технологій в обробітку ґрунтів, як приклад технологія з нульовим обробітком ґрунту.

З метою відновлення родючості ґрунтів кожного року проводяться заходи по внесенню мінеральних а по можливості і органічних добрив, комплексні заходи з застосування гербіцидів фунгіцидів та механічних обробок ґрунту дозволяють вести ефективну боротьбу з хворобами, шкідниками та бур'янами при вирощуванні сільськогосподарських культур.

На даний час найкращим методом боротьби з водною ерозією являється агротехнічний спосіб боротьби, обов'язково потрібно виконувати його комплексно.

Виходячи з природнокліматичних умов господарства, на його землях необхідно проводити такі заходи :

- обробку поперек схилу на схилах крутизною більше ніж 3⁰:
 - чизельну обробку – під кукурудзу, соняшник, чорний пар, контурно-меліоративного землеробства – в польових сівооборотах:
 - нульовий обробіток під посіви – зернових культур, кукурудзи на силос, багаторічних трав, зелений корм:
 - плоскорізний обробіток під кукурудзу на зерно після стерньових представників:
- сівба сівалками з гідно вибраної технології обробітку ґрунту:
- луцення ерозійно небезпечних ділянок:
- проводити снігозатримання.

1.4 Механізація рослинництва

Рівень механізації робіт в рослинництві на пряму впливає на його продуктивність та собівартість його продукції. Сучасні технології дозволяють знизити частоту виходів машино-тракторних агрегатів шляхом виконання декількох операцій за один прохід. В господарстві також застосовуються комбіновані сільськогосподарські агрегати які здатні виконувати обробіток ґрунту з одночасним посівом насіння сільськогосподарських культур. Рівень механізації господарства представлено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Рівень механізації робіт в рослинництві, %

Найменування робіт	%
Завантажувальні роботи	80
Посів	100
Внесення мінеральних добрив	100
Прополювання	81
Формування густоти рослин	81
Збирання овочів	75
Збирання зернових та олійних культур	100

Проаналізувавши дані таблиці зробимо наступні висновки. Рівень механізації овочівництва низький тому, що прополювання, формування та збирання овочів не можливо повністю механізувати, тому на цих роботах використовується в середньому 25 % ручної праці. Рівень механізації завантаження вантажів теж потребує ручної праці близько 20 %.

Велику роль в підвищенні механізації виробничих процесів, грає сучасна система машин, яка застосовується в рослинництві, кількість і найменування якої представлено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Система машин в рослинництві, шт.

Найменування машин	Кількість шт.
1	2
Трактори:	
TZ4K14	2
MT3-89	2
FOTON FT454SC	2
John Deere 8300	2
Плуги:	1
ПЛН-2-35	2
ПЛН-3-35	3
ПЛН-5-35	2
Культиватори:	
КРН-5,6	2
КПС-4	2
КПС-8	2
Борони зубові:	
БЗСС-1,0	30
БІГ-3	1
Борони дискові:	
БДН-3	3
Комбіновані агрегати	
LEMKEN SYSTEM-KOMPAKTOR	2
Навісний розкидач добрив:	
НРУ-0,5	1
Сівалки:	
John Deere 7000	1
СЗ-Т 3.6 АРСЕНАЛ	2

продовження табл. 1.4

1	2
СПЧ-6	2
Gaspardo «Orietta»	1
Обприскувачі:	
ВЕКТОР-2000/21	2
Транспортер для збирання урожаю ТОК-18	1
Комбайн:	
John Deere 9680	1
Автомобілі:	
MAN TGX 18.440	2
ЗіЛ-4333	2
ГАЗ-3309	3

1.5 Нафто-господарство

Нафто-господарство розташовується поруч з гаражем на території якого виконується мийка, зберігання, обслуговування та ремонт техніки. Схема нафто-господарства приведена на рисунку 1.1. Територія має огорожу для запобігання проникнення сторонніх осіб. На території господарства розташовується куточок пожежної безпеки, також на території можливо здійснити заміну мастильних та технічних рідин в спеціально відведеному для цього місці

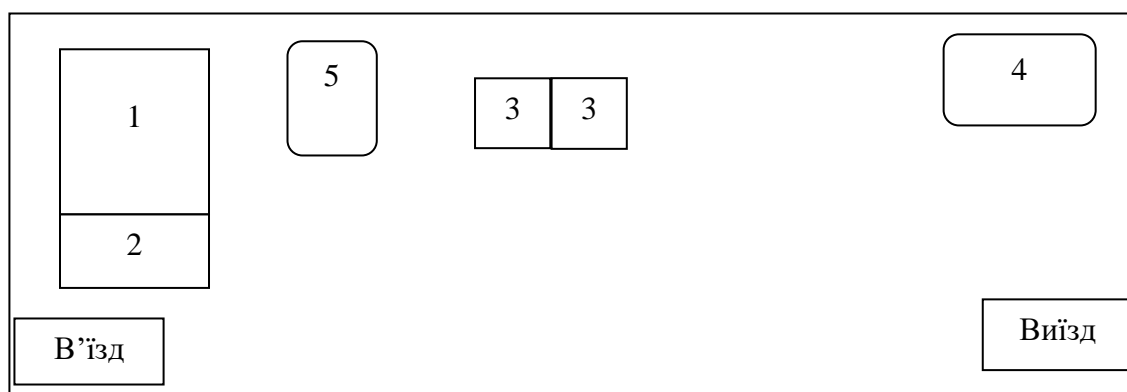


Рис. 1.1 Пункт зберігання та видачі нафтопродуктів

1 – пункт диспетчера; 2 – пункт пожежної безпеки; 3 – колонка видачі пального; 4 – резервуари для пального; 5 - місце заміни експлуатаційних рідин

1.6 Економічні показники господарства

Економічну ефективність господарської діяльності оцінимо за врожайністю основних сільськогосподарських культур (табл. 1.5) та затратами праці на виробництві продукції рослинництва (табл. 1.6).

Таблиця 1.5 – Врожайність основних сільськогосподарських культур ц/га

Назва культури	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Пшениця	37	39	44
Ячмінь	31	35	37
Кукурудза на зерно	55	58	61
Соняшник	17	19	21
Овочі:			
Томати	38	41	43
Капуста	33	35	35
Морква	34	34	38
Перець	31	33	33,5

За результатами аналізу таблиці 1.5 можна зробити такі висновки

- Врожайність більшості культур зростає, що пов'язано з покращенням агротехнології.
- Кукурудза на зерно та соняшник показують значні коливання врожайності, що пов'язано з особливостями їх вирощування та нестійкими кліматичними умовами.
- Томати, капуста та морква демонструють стабільне зростання, що є позитивним показником.

- Перець показав найбільше зростання врожайності, що свідчити про значні покращення в методах його вирощування.

Проаналізуємо затрати праці в господарстві на виробництво сільськогосподарської продукції в господарстві які наведено в (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Прямі затрати праці на виробництві продукції рослинництва на 1 га люд.–год.

Назва культура	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Пшениця	82	81	79
Ячмінь	81	80	79
Кукурудза на зерно	88	82	81
Соняшник	55	53	53
Овочі	110	108	94

Проаналізувавши данні (табл. 1.6) ми прийшли до висновку, що за три роки діяльності господарство всіляко прагне знизити затрати праці на виробництво продукції рослинництва за рахунок механізації технологій вирощування, та застосування якісного посівного матеріалу. Особливо це стосується овочівництва де найнижчий рівень механізації по галузі. Так придбаний мобільний транспортер для збирання урожаю ТОК-18 дозволив суттєво знизити прямі затрати праці на вирощуванні овочів.

1.7 Висновки та обґрунтування теми проекту

1. За результатами проведеного аналізу господарської діяльності встановлено, що рослинництво перебуває на досить високому рівні завдяки використанню сучасних технологій вирощування та ефективної системи заходів боротьби з бур'янами.

2. Також встановлено, що найнижчий рівень механізації приходить на овочівництво.

У зв'язку з цим актуальним буде удосконалення механізації рослинництва шляхом розробки гідростатичної трансмісії міні-тракторів, які широко застосовуються в овочівництві завдяки своїй маневреності та мобільності. Проведене удосконалення дозволить підвищити продуктивність виконання технологічних операцій та знизити собівартість вирощування продукції за рахунок більш продуктивної та економічної роботи МТА з безступінчастою гідростатичною трансмісією.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Практичні аспекти використання та вдосконалення міні техніки

На даний момент, на території України, має місце велика кількість малих, за площею землекористування, сільськогосподарських та садово-паркових підприємств, площа землекористування яких знаходиться в межах 10-30 га [5].

Однак, "малих" не означає "неприбуткових", "відсталих" чи "безперспективних". Невеликі підприємства можуть бути прибутковими і перспективними. Звичайно, менша площа землекористування означає менші врожаї, а отже і менші прибутки, проте це також означає, що затрати підприємства на виробництво сільськогосподарської продукції також менші (менше одиниць техніки, витрати посівного матеріалу, добрив, паливо-мастильних матеріалів тощо), а отже менша собівартість. Отже, за рівнем рентабельності, невеликі господарства можуть нічим не поступатися своїм великим агропідприємствам, а зважаючи на те, що за меншої площі легше контролювати якість робіт, захист і ріст рослин, внесення добрив та інші фактори – малі господарства можуть бути навіть більш рентабельними за "серйозні", великі агропідприємства.

Важливо зазначити, що, в більшості випадків, використання традиційної, крупногабаритної та важкої техніки на таких підприємствах є нераціональним і недоцільним за масово-габаритними, агротехнічними та економічними показниками. Враховуючи обмеженість площі землекористування, звичайні енергетичні засоби (трактори, комбайни та ін.) не здатні реалізувати закладений в них потенціал, до того ж, слід зважати на те, що велика маса традиційної техніки спричиняє значне ущільнення ґрунту, що неприпустимо за наявного обмеження площі [6].

Це питання, в господарствах, вирішується за рахунок застосування комплексу міні енергетичних засобів, які більш повно відповідають агротехнічним та експлуатаційним умовам малих сільськогосподарських та

садово паркових господарств. Згідно попередньо проведеного аналізу господарської діяльності міні техніка а саме трактори TZ4K14 інтенсивно використовуються на вирощуванні овочів. Підвищити можливості даної техніки можливо за рахунок розробки гідростатичної трансмісії, яка дозволить максимально реалізувати тягові показники збільшивши продуктивність та економічність роботи МТА.

2.2 Об'єкт модернізації

В якості об'єкта модернізації в господарстві обираємо міні трактор TZ4K14 виробництва Чехії, що інтенсивно використовується в рослинництві для виконання основних технологічних операцій по посіву та догляду за овочевими культурами та в садівництві. Завдяки малим габаритам та шарнірно-зчленованим рамам трактор має підвищену маневреність мінімальний радіус повороту становить 1,9 м. Трактор комплектується одноциліндровим двотактним дизельним двигуном 1Д90ТА підвищеної економічності, середня витрата палива становить 175 г/кВт·год. Завдяки реверсивній силовій передачі трактор забезпечує рух на одній із чотирьох передач як вперед так і назад, що дає можливість використовувати його на різноманітних роботах з різним навісним обладнанням.

Трактор TZ4K14 [7] має як сільськогосподарське призначення та промислове, тягове зусилля на гаку на гаку на першій передачі становить 2 кН відноситься до класу 0,2, колісна формула 4К4. Навіска універсальна забезпечує агрегування з трактором як навісних так і причіпних знарядь чи машин. Відбір потужності для приводу мобільних та стаціонарних машин відбувається класично з боку навіски по заду трактора та додатково з боку передньої частини двигуна.

Карданна передача дозволяє передавати потужність на задній ведучий міст трактора при різному положенні напіврам.

Дизельний двигун – одноциліндровий, з двотактним робочим циклом повітряного охолодження потужність 14 к.с.

Трансмiсія – механічного типу; коробка передач ступінчаста реверсивна має чотири передачі вперед та назад;

Остов – шарнірно зчленовані напіврами з можливістю зміщення відносно вертикальної площини на 11 градусів, що забезпечує копіювання рельєфу та підвищує прохідність трактора.

Вал відбору потужності одношвидкісний, оберти становлять – 2200 хв⁻¹.

На рисунку 2.1 представлено загальний вигляд трактора, а основні техніко-експлуатаційні показники приведено в табл. 2.1.



Рис. 2.1. Міні-трактор TZ4K14

Таблиця 2.1 – Технічно-експлуатаційні показники трактора TZ4K14 [7]

Показник	Значення
1	2
Двигун	Slavia 1D90, дизель 1-Р
Потужність, кВт	14
Робочий об'єм двигуна, см ³	1,1
Питома витрата пального, г/кВт·год	252

1	2
Об'єм паливного баку, л	12
Колісна формула	4к4
Розмір коліс	6х16
Дорожній просвіт, мм	370
Колія, мм	700-1000
Кут зміщення напіврам, град.	45
Максимальний радіус повороту, м	1,9
Габарити, мм	2750 x 950 x 1300
Вага трактора, кг	870

Об'єктом модернізації є механічна силова передача трактора [8] (рис 2.2). Потужність від двигуна передається через суху однодискову муфту зчеплення, чотириступеневу реверсивну коробку передач на ведучий міст. Діапазон швидкостей переднього ходу 2,35-16,85 і заднього 1,65-12,8 км/год.

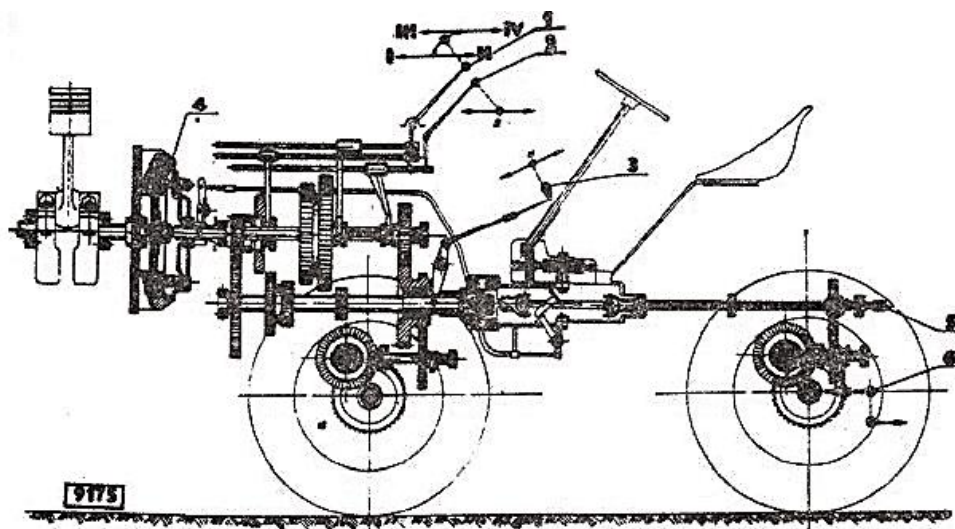


Рис. 2.2. Силова передача трактора TZ4K14 [8]

В процесі модернізації замість механічної складової силової передачі буде розроблено конструкцію гідростатичної трансмісії, яка дозволить максимально реалізувати потужність енергетичної установки трактора.

2.3 Аналіз конструкцій трансмісій

В результаті модернізації силової передачі (трансмісії) трактора необхідно врахувати вимоги, що ставляться до них, а саме:

- підвищення коефіцієнта корисної дії;
- забезпечення зручності і плавності управління при малій вазі і розмірах;
- беступінчата зміна передаточних чисел та швидкості за можливістю, автоматична зміна передаточного відношення в залежності від навантаження на робочому органі чи ходовій частині, оберігаючи при цьому двигун від перевантажень.

Виходячи з цього, слід розглянути існуючі види трансмісій, а саме:

- механічну;
- гідродинамічну;
- гідрооб'ємно-механічну;
- гідрооб'ємну
- електромеханічну.

Механічна трансмісія (рис. 2.3) [9] складається з фрикційного зчеплення, ступінчастої механічної коробки передач, роздаточної коробки, карданних передач, головної передачі, диференціала у колісних і механізму повороту у гусеничних машин, і валів відбору потужності.

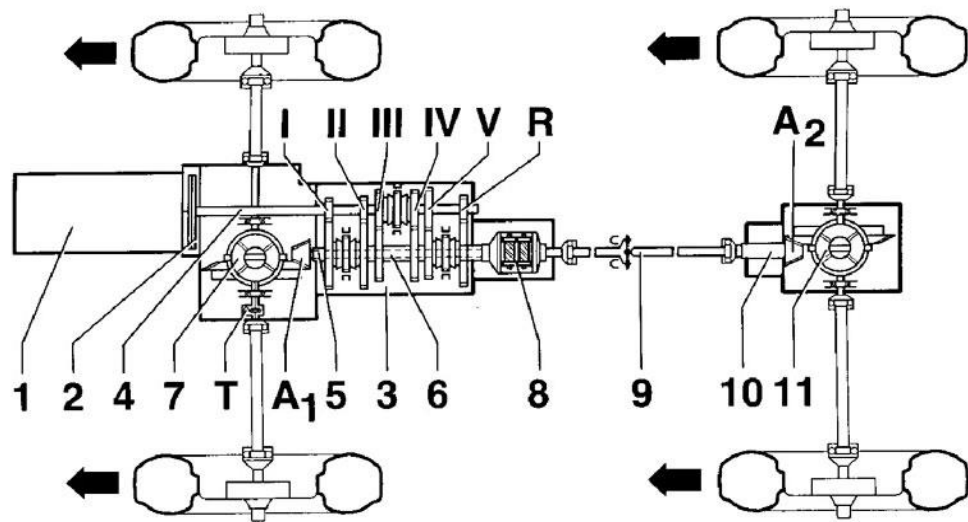


Рис.2.3. Схема механічної трансмісії:

I–V– передачі переднього ходу; R– реверсування руху; A1–привід передніх коліс; A2– привід задніх коліс; T– привід тахометра; 1– двигун внутрішнього згорання; 2 –однодискове фрикційне зчеплення; 3 – механічна коробка переключення передач; 4 –вал зчеплення; 5 – ВВП (вал відбору потужності); 6 – вторинний вал; 7 – диференціал переднього мосту; 8 – міжосьовий диференціал; 9 –вал карданний; 10 – ведуча шестерні головної передачі; 11 –диференціал заднього мосту.

Переваги: висока надійність, ремонтпридатність, довговічність, невелика вага, що зумовлено простотою конструкції, високий коефіцієнт корисної дії (ККД) та низька вартість.

Недоліки: не завжди є можливість підбору оптимальної передачі для забезпечення необхідного режиму руху при оптимальному режимі роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), двигун використовується недостатньо ефективно, експлуатаційна витрата палива значно зростає, знижується середня швидкість руху, прохідність та продуктивність транспортного засобу, перемикування передач призводить до розриву потоку потужності й зриву ґрунту колесами в момент перемикування передачі.

Гідродинамічна трансмісія (рис. 2.4) [10] відрізняється від механічної тим, що замість фрикційного зчеплення застосовується гідротрансформатор або гідромuftа, решта складових залишається ті ж самі.

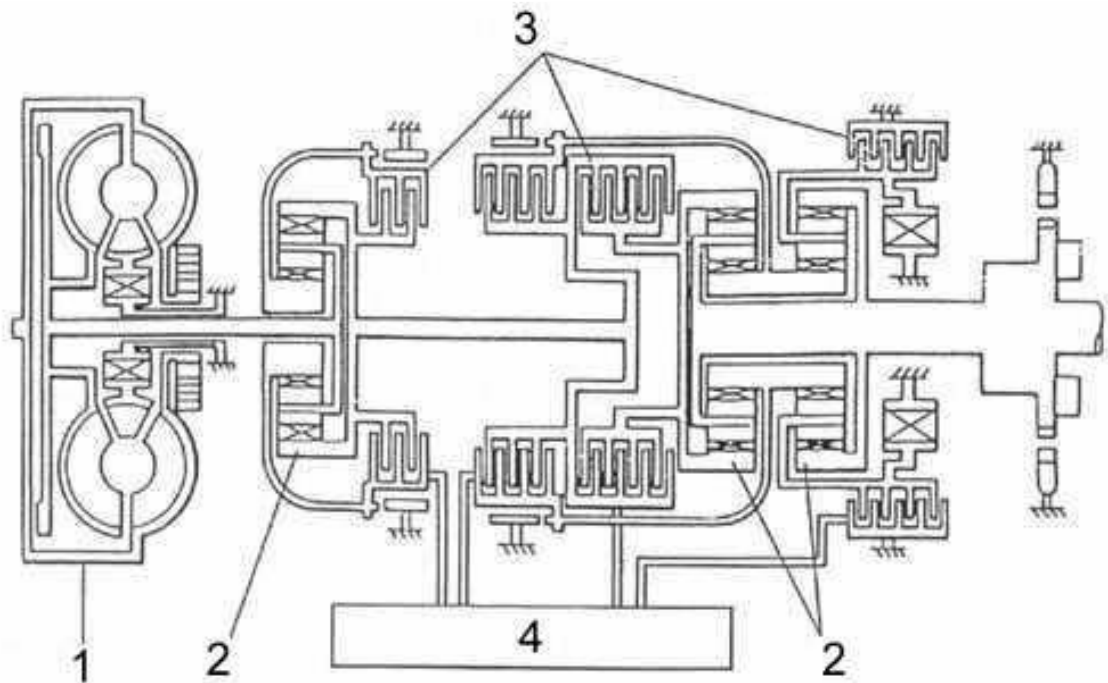


Рис. 2.4. Принципова схема гідромеханічної передачі:

1 – гідротрансформатор; 2 – планетарний редуктор; 3 – фрикціони системи керування; 4 – система керування трансмісією.

Переваги: підвищення прохідності транспортного засобу, легкість і простота управління, вища безпека руху, відсутність пікових та зменшення динамічних навантажень в трансмісії, наявність автоматичного діапазону регулювання, зниження навантаження на ДВЗ, збільшення довговічності ходової системи та двигуна.

Недоліки: значно ускладнюється конструкція трансмісії, знижується надійність, досить низький ККД (через проковзування турбін у масляній ванні), підвищена витрата палива, висока вартість агрегатів, складний ремонт та обслуговування.

Гідрооб'ємно-механічна трансмісія має ті ж складові що і механічна, але замість фрикційного зчеплення має гідравлічну систему – гідронасос, гідророзподільник, гідромотор (гідравлічних елементів може бути як один, так і декілька). Ступінчаста механічна коробка передач в даному випадку має всього два діапазони – робочий і транспортний – і називається редуктором ходу. У даній трансмісії зміна тягового зусилля на ведучих колесах залежно від дорожніх умов здійснюється шляхом зміни продуктивності насоса і гідромотора. При цьому вони виконуються в єдиному блоці, що дозволяє значно понизити втрати і підвищити коефіцієнт корисної дії приводу. Для зниження вартості і ваги конструкції використовують високий тиск в гідросистемі.

Гідрооб'ємно-механічна передача забезпечує безступінчасту зміну швидкості і тягового зусилля і широко застосовується на малогабаритних і середньогабаритних транспортних засобах.

Гідрооб'ємна трансмісія по своїй конструкції значно відрізняється від розглянутих раніше відсутністю механічних частин. Вона складається з гідронасоса, гідророзподільників, гідромоторів або високомоментних планетарних редукторів з вмонтованими гідромоторами.

Гідрооб'ємна трансмісія (гідростатична передача) застосовується на машинах того ж класу, що і гідрооб'ємно-механічна, особливо широко в навантажувачах і екскаваторах (рис. 2.5) [11, 12]. Кількість гідронасосів та гідромоторів залежить від кінематичної схеми ГОТ. У випадку, коли використовується один гідронасос та один гідромотор, гідрооб'ємна передача виконує лише функцію перетворення крутного моменту. Насос слугує джерелом поступального силового гідравлічного потоку робочої рідини, гідромотор – перетворювачем енергії робочої рідини, що знаходиться під тиском, в крутний момент.

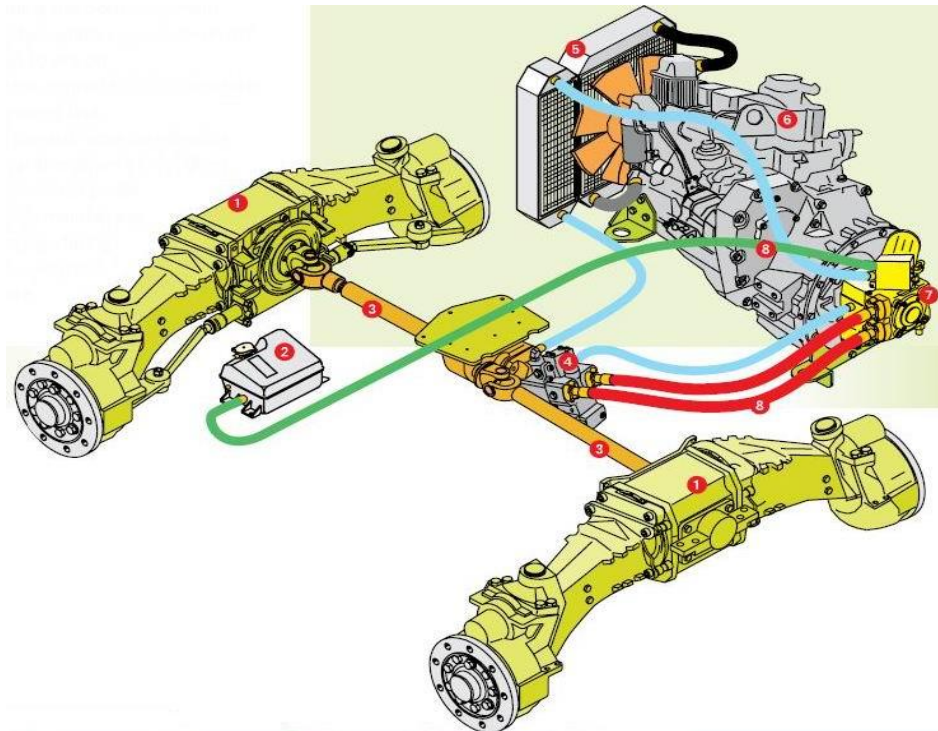


Рис. 2.5. Схема гідрооб'ємної трансмісії:

1 – вісь; 2 – масляний бак; 3 – карданний вал; 4 – гідромотор; 5 – система охолодження; 6 – ДВЗ; 7 – гідронасос; 8 – трубопроводи.

Переваги: плавна безступінчаста зміна крутного моменту; простота компоновки трансмісії та машини в цілому; зменшення навантаження на двигуні та елементів трансмісії завдяки відсутності вібрацій та перевантажень; можливість реверсивного руху й гальмування без додаткових пристроїв; робота двигуна на оптимальних режимах, режимі економії та тепловому режимі і т.д.; тривала та стійка робота двигуна внутрішнього згорання на мінімальних швидкостях; підвищення прохідності транспортного засобу за рахунок відсутності розриву потоку потужності; простота керування й легкість автоматизації; вільна компоновка гідроагрегатів на енергетичному засобі, реалізація легкого розгалуження потужності за допомогою потоків рідини по магістралям до виконавчих пристроїв (гідромоторів), що дозволяє передавати потужність між елементами гідроприводу розміщених в різних площинках.

Недоліки: порівняно великі габарити, маса, вартість агрегатів гідрооб'ємної трансмісії, менший, порівняно з механічною трансмісією ККД, а при роботі під

високим тиском та при великій частоті обертання спостерігається підвищений шум (високочастотні коливання робочої рідини).

Електрична трансмісія [12] (рис. 2.6) також як і гідрооб'ємна не має механічного способу передачі енергії і складається з генератора електричного струму, стабілізуючого елементу (діодний міст), системи регулювання і управління, електродвигуна і коробки відбору потужності.

Вона складається з одного або декількох електромоторів, з'єднаних з рушієм, генератора, з'єданого з ДВЗ, а також ряд механічних елементів, що забезпечують роботу трансмісії та передачу крутного моменту від ДВЗ до рушія.

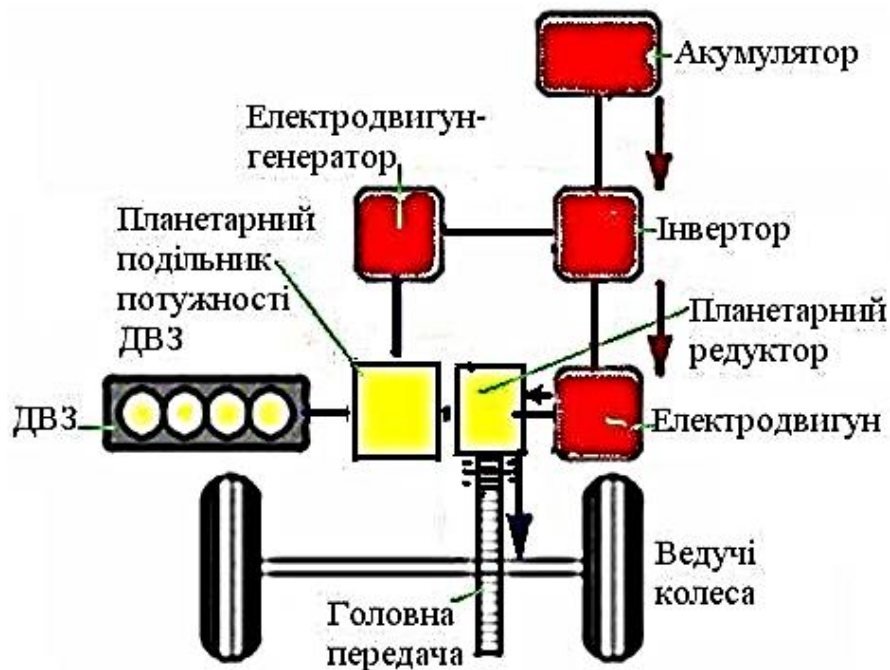


Рис. 2.6. Схема електромеханічної трансмісії

Переваги: властивість дистанційності, що дозволяє встановлювати тягові електродвигуни на будь-якій відстані від генератора й розміщувати їх всередині коліс; безступінчаста автоматична зміна передаточного числа трансмісії, знижує втомлюваність водія; підвищення прохідності транспортного засобу за рахунок відсутності розриву потоку потужності підвищення довговічності двигуна та

трансмисії в наслідок зменшення динамічних навантажень й відсутності жорсткого зв'язку між двигуном та трансмісією.

Недоліки: менший, порівняно з механічною трансмісією ККД, порівняно великі габарити та маса, поганий захист від пилу та вологи, висока вартість агрегатів електромеханічної трансмісії та необхідність використання дефіцитних матеріалів, частіше за усе кольорових металів, необхідна висока кваліфікація персоналу для технічного обслуговування та експлуатації.

2.4 Обґрунтування конструкції розробленої трансмісії міні трактора

У результаті проведеного аналізу літературних джерел щодо проектування енергетичних засобів, технічних джерел щодо проектування конструкцій сучасних трансмісій тракторів, врахувавши їх переваги та недоліки в якості трансмісії міні трактора, нами була обрана гідрооб'ємна трансмісія у зв'язку з такими її перевагами:

- Безступінчаста зміна крутного моменту, без розривання потоків потужності, що підходить до ходової частини.
- Робота двигуна на оптимальних режимах, режимі економії та тепловому режимі і т.д., мінімальна витрата палива.
- Високий рівень захисту від пилу та вологи.
- Плавне прикладання крутних моментів до рушіїв.
- Жорстка кінематична та силова характеристика ГОТ, що полегшує автоматизацію керування нею (зміна крутного моменту на вхідній ланці ГОТ в незначному ступені 4...8 %, змінює її передаточне відношення 1...2%).
- Зниження інерційності приводу, що дозволить значно знизити навантаження на елементах трансмісії за різних режимів роботи.
- Змога застосування гнучкої схеми компоновки ГОТ на транспортному засобі, що не зв'язано взаємним розміщенням агрегатів.

На рисунку 2.7 приведено розроблену принципову схему трансмісії для міні трактора. Від дизеля 1 через з'єднувальну муфту 2 приводиться регульований реверсивний аксіально-плунжерний гідронасос 3, який перетворює механічну енергію в енергію потоку. По магістралям високого тиску 4 потік надходить до реверсивного аксіально-плунжерного гідромотора 5, який перетворює енергію потоку в механічну енергію та передає її за допомогою елементів ведучого мосту 6 до ведучих коліс 7.

Гідромотором 6, розміщений безпосередньо на вході ведучого мосту 6 трактора і за допомогою муфти з'єднаний з конічною головною передачею за допомогою, якої крутний момент змінює напрямок із повздовжнього на поперечний. З веденої шестерні головної передачі крутний момент за допомогою диференціала розподіляється на ведучі колеса.

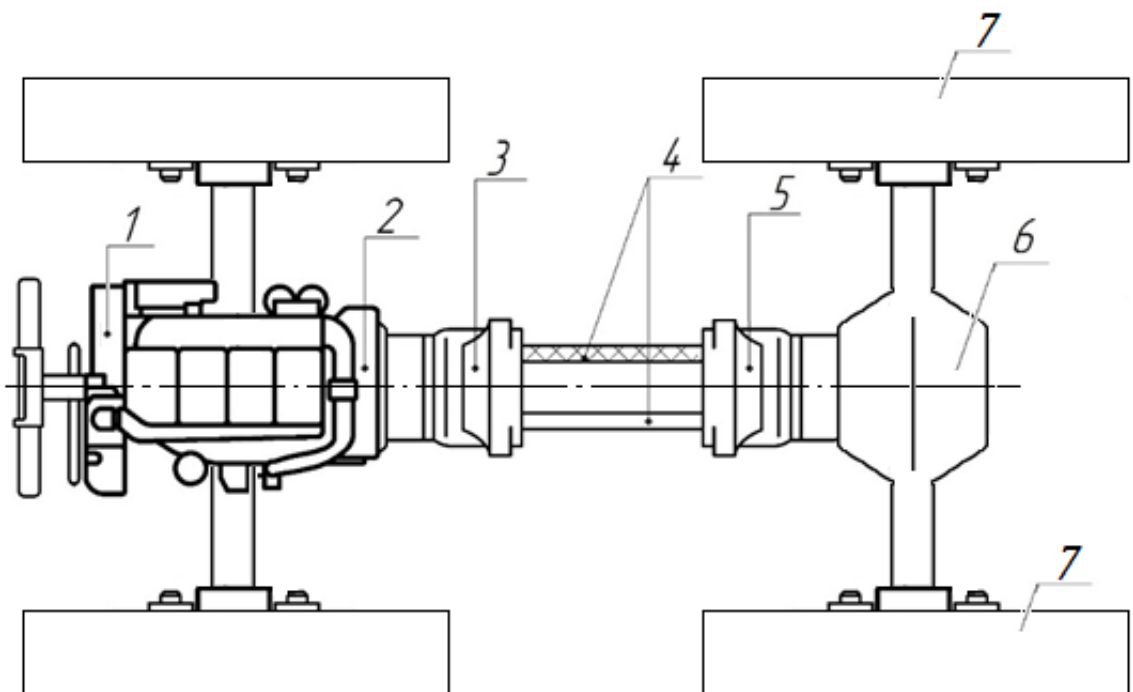


Рис.2.7. Принципова схема трансмісії міні трактора:

1 – двигун внутрішнього згоряння; 2 – муфта з'єднання двигуна з аксіально-плунжерним гідронасосом; 3 – аксіально-плунжерний реверсивний гідронасос; 4 – гідролінії високого тиску; 5 – аксіально-плунжерний реверсивний гідромотор; 6 – ведучий міст; 7 – ведучі колеса

За результатами аналізу конструктивних рішень в проектуванні гідростатичних трансмісій розроблено схему гідравлічної трансмісії для міні трактора TZ4K14 (рис. 2.8)

Робота трансмісії відбувається наступному порядку крутний момент від двигуна внутрішнього згорання 2 передається на привідний вал аксіально-плунжерного регульованого реверсивного насоса 9 та насос підживлення 1. Керування витратою насоса та його реверсування здійснюється за допомогою важеля гідророзподільника 3 та сервомеханізма зміни положення похилого диска насоса.

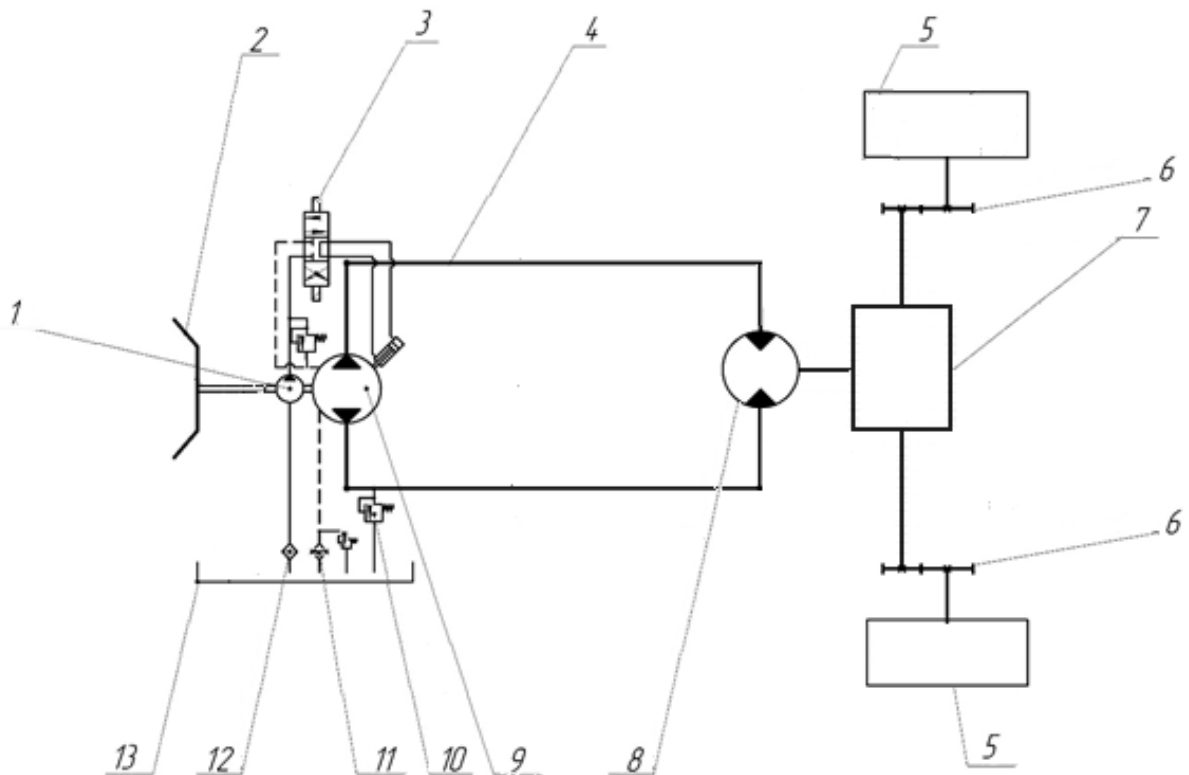


Рис. 2.8. Гідравлічна схема трансмісії міні трактора:

- 1 –насос підживлення; 2 – двигун внутрішнього згорання;
 3 – гідророзподільник сервомеханізму; 4 – гідролінії високого тиску; 5 – ведучі колеса; 6 – кінцеві передачі; 7 – диференціал з головною передачею;
 8 – гідромотор 9 – гідронасос аксіально плунжерний; 10 – клапан запобіжний;
 11 – теплообмінник (радіатор); 12 – фільтр; 13 – гідробак

Від насоса потік рідини надходить до реверсивного гідромотора 8, який своїм валом через з'єднуючу муфту з'єднаний з головною передачею та диференціалом 7. Крутний момент від валу гідромотора передається через головну передачу, диференціал 7, шестерні кінцевої передачі 6 на ведучі колеса 5. Розглянута конструкція гідростатичної трансмісії відноситься до гідроприводів закритого типу, тобто силові гідролінії безпосередньо не зв'язані з гідробаком 13. Компенсувати втрати гідроліній можливо за допомогою насоса підживлення 1 та зворотніх клапанів.

2.5 Висновки

1. За результатами проведеного аналізу аспектів вдосконалення міні техніки актуальним для нашого випадку являється модернізація трансмісії трактора.
2. В якості об'єкта модернізації обрано міні трактор TZ4K14, який активно використовується в господарстві на вирощуванні овочів та в садівництві.
3. За результатами проведеного аналізу конструкцій трансмісій врахувавши їх переваги та недоліки в якості прототипу обрано гідростатичну трансмісію.
4. Згідно розробленої схеми трансмісії міні трактора в наступному розділі буде проведено конструктивні розрахунки основних її елементів.

Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

З метою підвищення ефективності рослинництва проведемо удосконалення колісного трактора TZ4K14 шляхом форсування штатного двигуна Slavia 1D90 за рахунок збільшення його робочого об'єму на 25%, та встановлення замість штатної ступінчатої трансмісії гідростатичної, для цього виконаємо конструктивні розрахунки основних параметрів ДВЗ та трансмісії з урахуванням проведеного удосконалення. Вихідні дані для проведення розрахунків наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для проведення розрахунків

№ п/п	Показник	Значення
1	Номінальне тягове зусилля трактора, кН	2,5
2	Повна вага трактора, кг	870
3	Розмір колеса, ширина профілю посадочний діаметр, дюйм	6,00-16
4	Швидкість руху за максимального тягового зусилля, км/год	8
5	Грунтовий фон	стерня
6	Коефіцієнт опору коченню	0,09
7	Допустимий коефіцієнт зчпної ваги	0,6
Параметри двигуна		
8	Марка двигуна трактора	Slavia 1D90, 1-Р двотактний дизель
9	Потужність, кВт	19,2
10	Частота обертів колінчастого валу за номінальної потужності, об./хв.	2200;

продовження табл. 3.1

11	Нижча теплота згорання дизеля, кДж/кг	42500
12	Ефективний коефіцієнт корисної дії ДВЗ	0,336
13	Об'єм циліндрів, л	1,35
14	Діаметр циліндра, мм	120
15	Хід поршня, мм	120
16	Коефіцієнт можливого перевантаження	1,1
17	Ефективний середній тиск в циліндрі двигуна, МПа	0,4
Параметри трансмісії		
18	Максимальний робочий об'єм гідронасоса, см ³	10,5
19	Частота обертів валу гідронасоса, об/хв.	2200
20	Робочий тиск гідронасоса, МПа	30
21	Робочий об'єм гідромотора, см ³	18
22	Витрата робочої рідини гідромотором, л/хв.	38
23	Максимальна частота обертів валу гідромотора, об/хв	2500
24	Робочий тиск гідромотора, МПа	35
25	К.К.Д. гідронасоса	0,96
26	К.К.Д. гідромотора	0,97
27	К.К.Д. гідропередачі	0,98
28	К.К.Д. редуктора	0,98
29	Передаточне число редуктора	11,2
30	Коефіцієнт буксування	0,03
31	Величина допустимої швидкості робочої рідини, м/с	4

3.1 Розрахунок ефективних показників трактора після проведеного удосконалення двигуна

За результатами проведеного удосконалення, а саме збільшення робочого об'єму двигуна на 25% з 1,08 л до 1,35 шляхом збільшення діаметра циліндра з 105 мм до 120 мм змінилися значення ефективних показників трактора. Використавши вихідні дані згідно табл.3.1 проведемо розрахунок основних із них використовавши загально прийняті методики [13-15].

Визначимо значення ефективної потужності після проведеного удосконалення за рівнянням:

$$N_e = \frac{V_h \cdot P_e \cdot i \cdot n}{30 \cdot \tau} = \frac{1,35 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 2200}{30 \cdot 2} = 19,8 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де N_e – ефективна номінальна потужність двигуна, кВт;

V_h – робочий об'єм двигуна л;

P_e – ефективний середній тиск в циліндрі двигуна, МПа;

i – кількість циліндрів, 1;

τ – тактність двигуна, 2-тактний.

Значення питомої витрати палива визначимо за рівнянням:

$$g_e = 3600000 / (Q_H \cdot \eta_e) = \frac{3600000}{42500 \cdot 0,336} = 252,1 \text{ г/кВт} \cdot \text{год} \quad (3.2)$$

де Q_H – нижча теплота згорання дизеля, кДж/кг;

η_e – ефективний коефіцієнт корисної дії ДВЗ

Значення годинної витрати палива визначимо за рівнянням:

$$G_{\pi} = (N_e \cdot g_e) / 1000 = (19,8 \cdot 252,1) / 1000 = 4,99 \text{ кг/год} \quad (3.3)$$

Значення ефективного крутного моменту визначимо за рівнянням

$$M_e = 9555 \cdot N_e / n_n = 9555 \cdot 19,8 / 2200 = 85,9 \text{ Нм} \quad (3.4)$$

Визначимо зміну тягового зусилля трактора після проведеного удосконалення з рівняння:

$$N_e = \frac{(P_H + f \cdot m \cdot g) \cdot V_d \cdot K_{\Pi}}{3600 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_e}, \quad (3.5)$$

Звідкіля визначимо номінальне тягове зусилля трактора:

$$P_H = \frac{N_e \cdot 3600 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_e}{V_d \cdot K_{\Pi}} - P_f \quad (3.6)$$

де P_H - номінальне тягове зусилля трактора, Н;

N_e – номінальна потужність двигуна, кВт

K_{Π} - коефіцієнт можливого перевантаження;

P_f – сила опору кочення, $P_f = f \cdot m \cdot g$, Н ;

f - коефіцієнт опору коченню;

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$;

$\eta_{\text{тр}}$ - коефіцієнт корисної дії трансмісії за максимального тягового зусилля, приймаємо, 0,91;

η_e – коефіцієнт експлуатаційного завантаження ДВЗ, приймаємо 0,9.

V_d – швидкість руху за максимального тягового зусилля, км/год.

$$P_H = \frac{19,8 \cdot 3600 \cdot 0,91 \cdot 0,9}{8 \cdot 1,1} - 0,09 \cdot 870 \cdot 9,81 = 5865 \approx 6000 \text{ Н}.$$

За результатами проведеного удосконалення номінальне тягове зусилля зросло з 3,9 кН до 6 кН, що позитивно вплине на тягові показники роботи трактора під час виконання технологічних операцій.

Для реалізації номінального тягового зусилля визначимо передаточне число трансмісії трактора.

$$i_{\text{тр}} = [(P_{\text{н}} + P_{\text{ф}}) \cdot r_{\text{к}}] / (M_{\text{е}} \cdot \eta_{\text{ТР}}) \quad (3.7)$$

де $r_{\text{к}}$ – радіус ведучого колеса, м;

Радіус ведучого колеса визначимо з рівняння:

$$r_{\text{к}} = 0,0254 \cdot (0,5d + k_{\text{D}} \cdot b) \quad (3.8)$$

$$r_{\text{к}} = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot 16 + 0,85 \cdot 6) = 0,33 \text{ м}$$

де d – посадочний діаметр шини, дюйм;

k_{D} – коефіцієнт радіальної деформації шини 0,80...0,85. Приймаємо 0,85

b – ширина профілю шини, дюйм.

Тоді:

$$i_{\text{тр}} = [(6000 + 768,1) \cdot 0,33] / (85,9 \cdot 0,91) = 28,5$$

3.2. Потенційна тягова характеристика удосконаленого трактора

Більш детально тяговий баланс удосконаленого трактора можна побачити на потенційній тяговій характеристиці. При визначенні характеристики за загально прийнятою методикою [16-18] приймаємо, що трактор рухається по горизонтальній ділянці ($\alpha = 0$) з сталою швидкістю ($j = 0$) з виключеним валом відбору потужності (ВВП).

Згідно даних умов потужність на подолання підйому $N_i = 0$; потужність на зміну швидкості руху $N_j = 0$; втрати потужності в приводі ВВП $N_{\text{пр}} = 0$; потужність

яку передає ВВП $N_{\text{ввп}}=0$. Для заданих умов рівняння тягового балансу трактора отримає вигляд:

$$\Sigma N = N_{\text{тр}} + N_f + N_\delta + N_\Gamma, \quad (3.9)$$

де ΣN – поточне значення потужності дизеля, кВт;

$N_{\text{тр}}$ – втрати потужності в трансмісії трактора, кВт;

N_f – поточне значення втрат потужності на подолання опору перекочування рушія трактора, кВт;

N_δ – поточне значення втрат потужності на буксування рушія, кВт;

N_Γ – поточне значення потужності на гаку трактора, кВт.

Вихідні дані для розрахунк приймаємо згідно таблиці 3.1 та попередньо проведеного розрахунку ефективних показників трактора та ДВЗ.

Потенційну тягову характеристику розраховуємо і будуємо в наступній послідовності:

- в таблицю 3.2 заносимо поточні значення сили тяги на гаку від 0 до P_H з кроком 500...5000 Н.

Для прикладу проведемо розрахунок на номінальному режимі.

Втрати потужності в трансмісії визначимо за залежністю:

$$N_{\text{тр}} = N_e \cdot (1 - \eta_{\text{тр}}) = 19.8 \cdot (1 - 0.91) = 1.78 \text{ кВт}. \quad (3.10)$$

Поточне значення буксування рушіїв колісного трактора визначаємо за залежністю:

$$\delta = [0.246 \cdot \{ P_\Gamma / (\lambda_k \cdot G) \}] / [1 - 3.06 \cdot \{ P_\Gamma / (\lambda_k \cdot G) \}^3], \quad (3.11)$$

$$\delta = [0.246 \cdot \{ 6000 / (1 \cdot 870 \cdot 9.81) \}] / [1 - 3.06 \cdot \{ 6000 / (1 \cdot 870 \cdot 9.81) \}^3] = 0.168$$

де G – вага трактора, $G = m \cdot g$, Н;

λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс, 0,7...1 приймаємо $\lambda_k = 1$

Результати обчислень заносимо до колонки 3 табл. 3.2.

Значення втрат потужності на буксування визначимо за залежністю:

$$N_{\delta} = N_k \cdot \delta = (N_e - N_{тр}) \cdot \delta = (19,8 - 1,78) \cdot 0,168 = 3,03 \text{ кВт} \quad (3.12)$$

Отримані результати обчислень заносимо в табл. 3.2 (колонка 4).

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку потенційної тягової характеристики

№	$P_r, \text{Н}$	δ	$N_{\delta}, \text{кВт}$	$n_d, \text{ХВ}^{-1}$	$V_t, \text{км/Г}$	$V_d, \text{км/Г}$	$N_f, \text{кВт}$	$N_g, \text{кВт}$
1	0	0	0	2354	10,3	10,3	2,19	0
2	600	0,012	0,21	2338,6	10,2	10,1	2,15	1,68
3	1200	0,023	0,42	2323,2	10,1	9,9	2,11	3,30
4	1800	0,035	0,63	2307,8	10,1	9,7	2,07	4,85
5	2400	0,047	0,85	2292,4	10,0	9,5	2,03	6,35
6	3000	0,060	1,08	2277	9,9	9,3	1,99	7,77
7	3600	0,074	1,34	2261,6	9,9	9,1	1,95	9,13
8	4200	0,090	1,63	2246,2	9,8	8,9	1,90	10,39
9	4800	0,110	1,98	2230,8	9,7	8,7	1,85	11,54
10	5400	0,135	2,43	2215,4	9,7	8,4	1,78	12,53
11	6000	0,168	3,03	2200	9,6	8,0	1,70	13,29

Поточні значення теоретичної швидкості руху трактора визначимо за залежністю

$$V_t = (0,377 \cdot n_d \cdot r_k) / i_{тр} = (0,377 \cdot 2200 \cdot 0,33) / 28,5 = 9,6 \text{ км/год} \quad (3.13)$$

Результати обчислень заносимо до колонки 6 табл. 3.2.

Поточні значення дійсної швидкості руху трактора визначимо за залежністю:

$$V_d = V_t \cdot (1 - \delta) = 9,6 \cdot (1 - 0,168) = 8 \text{ км/год} \quad (3.14)$$

Результати обчислень заносимо до колонки 7 табл. 3.2.

Поточні значення втрат потужності на подолання опору перекочування рушіїв трактора визначимо за рівнянням

$$N_f = (P_f \cdot V_d) / 3600 = (768,1 \cdot 8) / 3600 = 1,7 \text{ кВт} \quad (3.15)$$

Результати розрахунків заносимо до колонки 8.

Поточні значення потужності на гаку трактора визначимо за рівнянням

$$N_r = (P_n \cdot V_d) / 3600 = 6000 \cdot 8 / 3600 = 13,29 \text{ кВт} \quad (3.16)$$

Результати розрахунків заносимо до колонки 9.

Тоді значення балансу потужності буде дорівнювати:

$$\Sigma N = 1,78 + 1,7 + 3,03 + 13,29 = 19,8 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N = N_e$$

Отже згідно балансу потужності перевірку пройдено отримана сумарна потужність дорівнює номінальній потужності двигуна умова виконується.

За отриманими результатами згідно табл. 3.2 будуємо потенційну тягову характеристику удосконаленого трактора зображену на рисунку 3.1.

Рис. 3.1. Потенційна тягова характеристика удосконаленого трактора

3.3 Розрахунок гідростатичної трансмісії

Для реалізації передачі отриманої потужності та крутного моменту проведемо розрахунок гідростатично трансмісії [19, 20] конструкцію якої запропоновано в попередньому розділі рис. 2.8. В основу розрахунку лягли наступні дані:

Для розрахунку спроектованої трансмісії міні трактора, вихідні данні приймаємо згідно таблиці 3.1.

В якості основних елементів гідрооб'ємної трансмісії обираємо гідроагрегати виробництва фірми Bosch моделі Rexroth, а саме, регульований гідронасос A10VG18 та регульований гідромотор A10FE18 [21, 22] рис. 3.2. Гідроагрегати даної фірми були обрані в зв'язку з тим, що Bosch є одним з найкращих виробників гідрообладнання.



Рис. 3.2. Гідрооб'ємні машини трансмісії

а – гідронасос A10VG18; б – гідромотор A10FE18

Усі розрахунки виконуємо в середовищі Microsoft Excel результати розрахунків наведено в таблиці 3.3. Розрахунки виконуємо за загальноприйнятими методиками [23-27]

Подачу гідронасоса розраховуємо за формулою:

$$Q_n = q_n \cdot n \cdot \eta_n, \text{ л/хв} \quad (3.17)$$

де: Q_n – подача гідронасоса, л/хв.;

q_n – робочий об'єм гідронасоса, см³;

n – частота обертів валу гідронасоса, об/хв.;

η_n – К.К.Д. гідронасоса.

Розраховані дані щодо подачі гідронасоса заносимо до таблиці 3.3

Крутний момент гідронасоса розраховуємо за формулою:

$$M_n = \frac{0,159 \cdot q_n \cdot p}{\eta_n} \quad (3.18)$$

де: M_n – крутний момент гідронасоса, Н·м;

q_n – робочий об'єм гідронасоса, см³;

η_n – К.К.Д. гідронасоса;

p – робочий тиск, МПа.

Розраховані дані щодо крутного моменту гідронасоса заносимо до таблиці 3.3

Крутний момент гідромотора розраховуємо за формулою:

$$M_m = M_n \cdot \eta_m \cdot \eta_n \quad (3.19)$$

де: M_m – крутний момент гідромотора, Н·м;

M_n – крутний момент гідронасоса, Н·м;

η_m – К.К.Д. гідромотора;

η_n – К.К.Д. гідропередачі.

Розраховані дані щодо крутного моменту гідромотора заносимо до таблиці 3.3.

Крутний момент на рушійх міні трактора розраховуємо за формулою:

$$M_p = M_m \cdot i_p \cdot \eta_p \quad (3.20)$$

де: M_p – крутний момент на рушійх трактора, Н·м;

i_p – передаточне число редуктора;

η_p – К.К.Д. редуктора.

Розраховані дані щодо крутного моменту на рушійх міні трактора заносимо до таблиці 3.3.

Потужність гідронасоса розраховуємо за формулою:

$$N_n = \frac{q_n \cdot n \cdot P}{60000 \cdot \eta_n} \quad (3.21)$$

де: N_n – потужність гідронасоса, кВт;

q_n – робочий об'єм гідронасоса, см³;

P – робочий тиск, МПа;

n – частота обертів валу гідронасоса, об/хв.;

η_n – К.К.Д. гідронасоса.

Розраховані дані щодо потужності гідронасоса заносимо до таблиці 3.3.

Потужність гідромотора розраховуємо за формулою:

$$N_m = N_n \cdot \eta_m \cdot \eta_n \quad (3.22)$$

де: N_m - потужність гідромотора, кВт;

N_n - потужність гідронасоса, кВт;

η_m - К.К.Д. гідромотора;

η_n - К.К.Д. гідропередачі.

Розраховані дані щодо потужності гідромотора заносимо до таблиці 3.3.

Частоту обертів валу гідромотора розраховуємо за формулою:

$$n_m = \frac{Q_n}{q_m} \cdot \eta_m \cdot \eta_n \quad (3.23)$$

де: n_m - частота обертів вала гідромотора, об/хв. ;

Q_n - подача гідронасоса, л/хв. ;

q_m - робочий об'єм гідромотора, см³;

η_m - К.К.Д. гідромотора;

η_n - К.К.Д. гідропередачі.

Розраховані дані щодо частоти обертів валу гідромотора заносимо до таблиці 3.3.

Теоретичну швидкість руху міні трактора розраховуємо за формулою:

$$V_T = 0.377 \cdot \frac{r_k \cdot n_m}{i_p} \quad (3.24)$$

де: V_T - швидкість руху трактора, км/год.;

r_k - радіус ведучого колеса, м;

n_m - частота валу гідромотора, об/хв. ;

i_p - передаточне число колісного редуктора.

Розраховані дані щодо теоретичної швидкості руху міні трактора заносимо до таблиці 3.3.

Розраховані дані щодо дійсної швидкості руху міні трактора заносимо до таблиці 3.3.

Силу тяги на гаку трактора розраховуємо за формулою:

$$P_H = \frac{M_m \cdot i_{TP} \cdot \eta_m \cdot \eta_n}{r_k} \quad (3.25)$$

де: P_H – сила тяги на гаку трактора, Н;

Внутрішній діаметр магістральних трубопроводів розраховуємо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot Q_{n \max}}{3 \cdot \pi \cdot U_{жс}}}$$

де: d – внутрішній діаметр магістральних трубопроводів, см;

$Q_{n \max}$ – максимальна подача насоса, л/хв.;

$U_{жс}$ – величина допустимої швидкості робочої рідини.

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 38}{3 \cdot 3,14 \cdot 4}} = 1,42 \text{ см.}$$

Усі данні, отримані під час виконання інженерного розрахунку наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку трансмісії

сн, смЗ	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0
Q, л	2,1	4,2	6,3	8,4	10,6	12,7	14,8	16,9	19,0	21,1	23,2	25,3	27,5	29,6	31,7	33,8	35,9	38,0
Мн, Н	5,0	9,9	14,9	19,9	24,8	29,8	34,8	39,8	44,7	49,7	54,7	59,6	64,6	69,6	74,5	79,5	84,5	89,4
Мм, Н	4,7	9,4	14,2	18,9	23,6	28,3	33,1	37,8	42,5	47,2	52,0	56,7	61,4	66,1	70,8	75,6	80,3	85,0
Мр, Н	51,8	103,7	155,5	207,4	259,2	311,1	362,9	414,7	466,6	518,4	570,3	622,1	674,0	725,8	777,6	829,5	881,3	933,2
Нн, кВт	1,1	2,1	3,2	4,2	5,3	6,3	7,4	8,4	9,5	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8	15,8	16,9	18,0	19,0
Нм, кВт	1,1	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,1	15,1	16,1	17,1	18,1
пм, об/хв	111,5	223,1	334,6	446,1	557,7	669,2	780,8	892,3	1003,8	1115,4	1226,9	1338,4	1450,0	1561,5	1673,1	1784,6	1896,1	2007,7
Ут, км/год	0,5	1,5	2,7	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4
Рн, Н	387,8	775,5	1163,3	1551,1	1938,8	2326,6	2714,4	3102,2	3489,9	3877,7	4265,5	4653,2	5041,0	5428,8	5816,5	6204,3	6592,1	6979,9

3.4 Висновки

1. Розрахунками підтверджено ефективність удосконалення трактора шляхом форсування його двигуна. За результатами проведених розрахунків ефективних показників роботи трактора та його двигуна встановлено, що приріст потужності склав 5,8 кВт, а тягового зусилля 2 кН відповідно з 4 кН до 6 кН, що позитивно вплине на тягові показники трактора при виконанні технологічних операцій в складі с.г. машин.

2. В результаті проведених розрахунків трансмісії встановлено, що розроблена гідروб'ємна трансмісія здатна забезпечити необхідний діапазон зміни потужності та крутного моменту для забезпечення ефективної роботи удосконаленого мінітрактора.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Забезпечення безпеки праці при експлуатації тракторів

Керування трактором дозволяється особам, що виповнилося 18 років та за наявності посвідчення тракториста-машиніста категорії, А1 [28].

Проведення операцій по технічному обслуговуванню чи усуненню несправностей виконуються за вимкненого двигуна та загальмованих коліс.

На початку зміни кожен тракторист проходить медичний контроль (вимірювання тиску, контроль на сп'яніння).

Операція запуску двигуна виконується тільки з кабіни трактора, категорично заборонено пуск дизеля поза межами кабіни. Запуск виконується за умови положення важеля керування КПП в нейтральному положенні та ввімкнутих стоянкових гальм, важелі вала відбору потужності та гідросистеми повинні знаходитися в положенні вимкнено.

При буксируванні причепів категорично забороняється перевезення людей в них.

Категорично забороняється експлуатація трактора:

- за несправного механізму керування;
- за несправного системи освітлення та сигналізації;
- за несправного навісного буксирувального пристрою;
- за несправної системи гальмування;
- за відсутніх захисних щитків на колесах.

Не дозволяється працювати на тракторі з несправними приладами.

Експлуатація трактора відбувається за наявності гумових накладок на підлозі та справних контрольно вимірювальних приладів.

Перед початком руху тракторист повинен переконатися, що даний маневр буде безпечним та ввімкнути попереджувальний сигнал початку руху. Під час агрегування трактора з сільськогосподарськими машинами тракторист повинен скористатися допомогою помічника при цьому дотримувати правил техніки безпеки. Перед початком руху заднім ходом тракторист повинен подати звуковий сигнал.

Під час буксирування причепів постійно контролювати вантаж на ньому. Розміщення вантажу на одновісному причепі повинно здійснюватися таким чином, щоб трактор не втратив керування та зчеплення з опорною поверхнею.

При перевезенні сільськогосподарських машин в транспортному положенні виключити можливість переведення машини в робоче положення використавши засоби блокування гідросистеми навіски трактора.

Забороняється експлуатація колісного трактора з заблокованим диференціалом в транспортному положенні.

При виконанні технологічних операції постійно контролювати роботу навісних чи причіпних машин. Виконання технологічних операцій поблизу електроопор здійснюється з дотриманням захисних зон рисунок 4.1 [29].

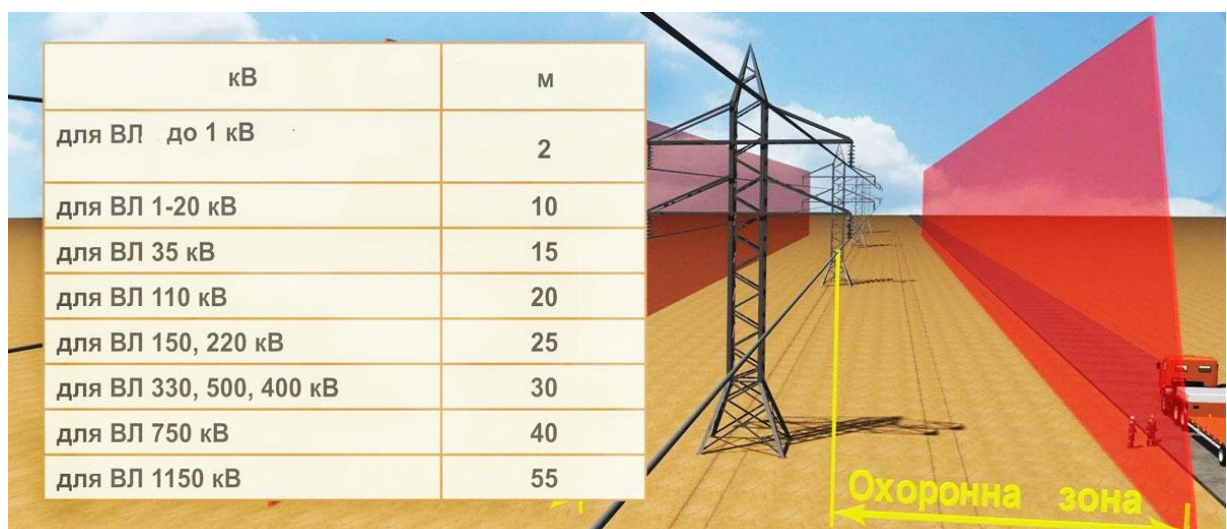


Рис. 4.1 Захисні зони поруч з лініями електропередач

Категорично забороняється перевезення сторонніх осіб в кабіні та на підніжках трактора.

Згідно правил експлуатації люфт рульового колеса для нової техніки не повинен перевищувати 25 °. Вразі зростання зазору більше встановленого значення виконується перевірка вузлів рульового механізму та ремонт елементів зносу (шарнірів, тяг, редукторів).

Гальмівна система трактора повинна також бути справною. Перевірку системи гальмування виконуємо на тракторі, що рухається по сухому і твердому ґрунті на швидкості 30 км/год, виконавши гальмування гальмівний шлях повинен перевищувати 13 метрів. Також виконуємо перевірку роботи гальмівної системи за швидкості 20 км/ч, значення гальмівного шляху не повинно перевищувати 6,5 метрів. При перевірці гальм їх приводи не повинні впиралися в підлогу трактора.

Допоміжне джерело електричної енергії акумуляторна батарея повинна бути надійно закріплена на опорній станині та надійно захищена від впливу зовнішніх факторів (вологи, пилу, бруду). Усунути можливість потрапляння металевих предметів на клеми батареї.

За тривали простоїв техніки акумуляторна батарея періодично підзаряджається (1 раз місяць). В міжсезоння за потреби батарея знімається та передається на тривали зберігання. Періодично виконується контроль вентиляційних пробок раз на місяць з метою усунення накопичення вибухонебезпечної воднево суміші, що утворюється в процесі експлуатації батареї.

При обслуговуванні батареї та приготуванні суміші електроліту використовується пластмасовий посуд для перемішування суші використовуються скляні палички. При приготуванні електроліту категорично забороняється додавати воду до кислоти це може викликати інтенсивне бурхливе кипіння з розбризкуванням кислоти.

При обслуговуванні системи охолодження і роботі з охолоджуючими низькозамерзаючими рідинами (антефризи, тосоли) слід бути обережними та

уникати потрапляння навіть невеликої їх кількості в організм людини, щоб запобігти отруєння.

Категорично забороняється рух трактора накатом на спусках з вимкненою передачею.

При виході з трактора необхідно важіль коробки переключення передач перевести в нейтральне положення, та ввімкнути стоянкові гальма. Рухатись по ступенькам трактора можна тільки повернувшись лицем до трактора. Трактор повинен бути укомплектованим вогнегасником та медичною аптечкою. За умови погіршення стану тракториста припинити виконання роботи та звернутися за допомогою.

Неухильне виконання приведених правил керування тракторами різних класів дозволить уникнути небезпечних ситуацій при експлуатації трактора та забезпечить безпеку роботи на тракторі при виконанні технологічних операцій.

4.2. Правила пожежної безпеки при експлуатації та обслуговуванні тракторів

Виконання заправки трактора паливом та заміни мастильних матеріалів здійснюється на спеціальних постах або з використанням паливозаправника рис. 4.2 [30]. При виконанні заправки необхідно дотримуватися загальних правил пожежної безпеки.



Рис. 4.2. Заправка трактора в полі

Категорично заборонено використання відкритого вогню, та паління підчас виконання заправки та заміни мастильних матеріалів. При експлуатації трактора постійно контролювати та своєчасно виявляти місця та усувати підтікання палива та мастильних матеріалів. Після усунення витоків витерти насухо та промити місця підтікань.

Контролювати терміни перезавправки вогнегасника встановленого на тракторі.

При зупинці трактора між змінами необхідно вимкнути масу трактора за допомогою вимикач.

Експлуатація дизеля з масляними відкладеннями категорично заборонена. Це може викликати перегрів двигуна та виникнення пожежі.

Прогрів паливопроводів та піддону за низьких температур навколишнього середовища з використанням відкритого вогню (паяльні лампи, газові нагрівачі) категорично забороняється.

З метою усунення іскріння та послідуочого нагрівання електродотів необхідно постійно контролювати місця їх зтяжки та надійність клемних з'єднань вести спостереження за станом їх ізоляції.

Трактори які задіяні на перевезенні горючих матеріалів (соломи, сіна) обладнуються іскрогасниками що встановлюються на систему випуску відпрацьованих газів (глушник) (рис. 4.3) [31].

Зберігання техніки виконується на спеціальних місцях машино-тракторного двору який облаштовано куточком пожежної безпеки з необхідним обладнанням для пожежогасіння.

Виконання промивання деталей і складальних одиниць вузлів виконується в ваннах в спеціальнооблаштованому боксі ремонтної майстерні з обладнаному вентиляцією.

У разі виникнення пожежі прибрати запальні матеріали та приступити до її гайння використовуючи вогнегасники, пісок або брезент. Категорично заборонено гасіння паливо-мастильних матеріалів водою.

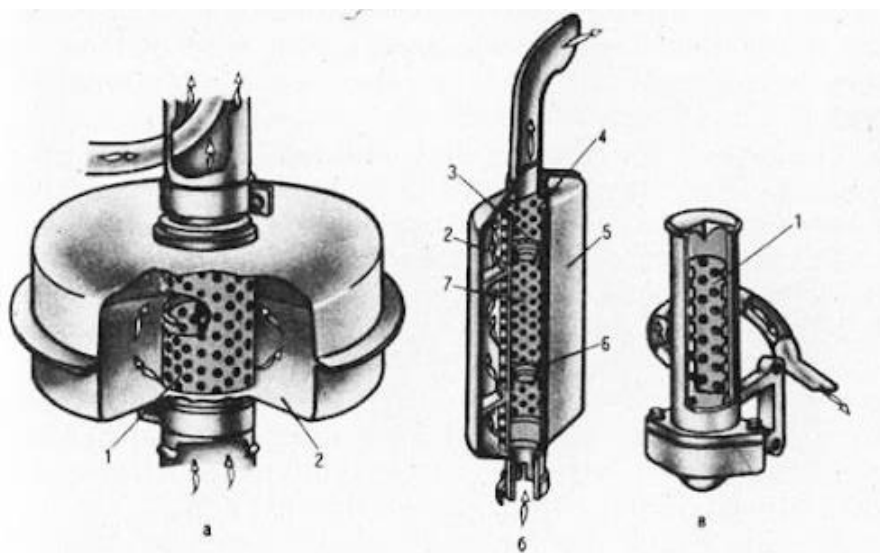


Рис. 4.3 Іскрогасіння в системі випуску відпрацьованих газів трактора

Використані матеріали для витирання деталей, а також елементи паливо-мастильних фільтрів необхідно зберігати в закритих металеві ящиках до моменту їх утилізації.

Виконання ремонтів та технічних обслуговувань проводиться в спеціалізованій майстерні або на відкритих майданчиках з бетонним чи асфальтовим покриттям. Часто ці роботи супроводжуються з використанням розчинників, лакофарбових та інших вогнебезпечних матеріалів. Щоб уникнути виникнення пожежі необхідно дотримувати елементарних правил пожежної безпеки, а саме не користуватися відкритим полум'ям та не палити. Використовувати перелічені матеріали тільки в необхідній кількості не працювати поруч з ємностями в яких зберігаються паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Такі місця повинні бути обладнані засобами пожежогасіння. Це стосується і пересувних засобів, що використовуються для технічного обслуговування і ремонту енергетичних засобів (тракторів, автомобілів, самохідної техніки та ін.) на місці їх застосування, повинні бути оснащені вогнегасниками і протипожежним інвентарем. Працівники повинні знати їх призначення та вміти їх використовувати на практиці.

4.3 Розрахунок освітлення ремонтної майстерні

Для виконання розрахунку освітлення ремонтної майстерні використаємо стандартну методику [32] вихідні дані для розрахунку приведемо в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для виконання розрахунку освітлення:

№ п/п	Показник	Позн.	Значення
1	Довжина майстерні, м	A	10
2	Ширина майстерні, м	B	5
3	Висота майстерні, м	H	4
4	Висота до світильників в майстерні, м	h_n	3
5	Відстань від потолка до нижньої частини світильника, м	h_c	1
6	Концентрація пилю мг/м^3 ;	Кп	1
7	Нормована мін. освітленість, лк	E_H	300

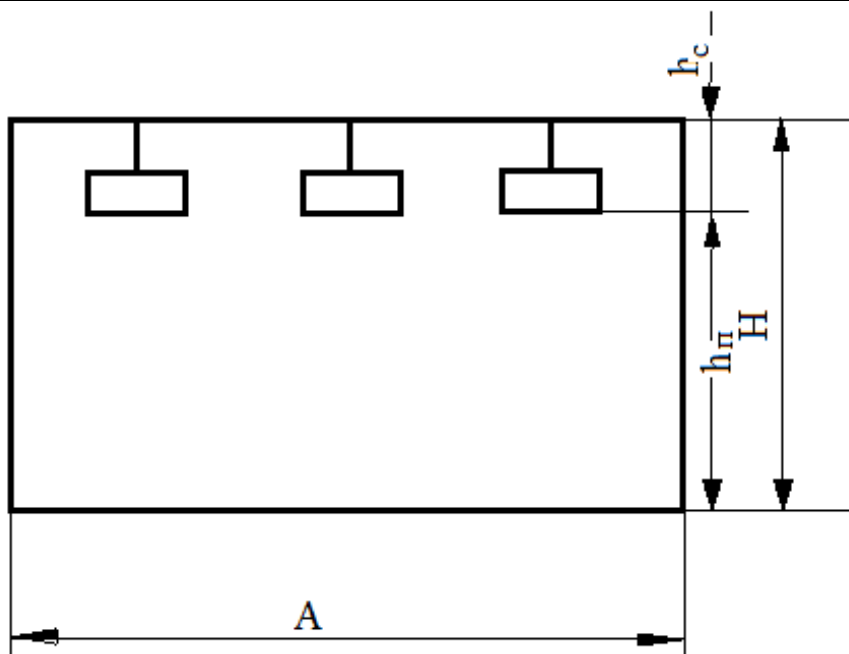


Рис. 4.4. Розрахункова схема освітлення майстерні

Розрахунок кількості світильників необхідних в приміщенні майстерні виконаємо по методу визначення необхідного світлового потоку. Значення необхідного світлового потоку визначимо за формулою:

$$F = \frac{(E \cdot K \cdot S \cdot Z)}{\eta}, \quad (4.1)$$

де F – значення світлового потоку, Лм;

E – значення нормованого мін. освітлення, Лк;

S – значення площі майстерні, $S = A \cdot B = 10 \cdot 5 = 50 \text{ м}^2$;

Z – значення відношення середнього освітлення до мінімального, згідно [32] приймаємо $Z = 1,1$;

K – значення коефіцієнту запасу, який враховує забрудненість елементів освітлення, згідно [32] приймаємо $K = 1,5$;

η – значення коефіцієнта використання світлового потоку, (знаходимо як відношення світлового потоку, що буде падати на поверхню, до сумарного потоку загальної кількості ламп, даний коефіцієнт буде залежати від характеристики освітлювального приладу, також його значення залежить від площі приміщення, кольору стін та стелі, які впливатимуть на значення коефіцієнта відбиття від поверхні стін $\rho_{\text{ст.}}$ та стелі $\rho_{\text{стелі.}}$, згідно [32] значення коефіцієнтів приймаємо $\rho_{\text{ст.}} = 40\%$ і $\rho_{\text{стелі.}} = 60\%$.

Враховавши всі складові рівняння 4.1 розрахуємо значення необхідного світлового:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 1,1}{0,22} = 112500 \text{ Лм}$$

Освітлення приміщення ремонтної майстерні виконаємо за допомогою люмінісцентних ламп ЛБ40-1, дані лампи маю значення світлового потоку $F = 112500 \text{ ЛЛм}$. Визначимо необхідну кількість світильників скориставшись рівнянням:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} \quad (4.2)$$

де N – кількість ламп, що визначається;

$F_{\text{л}}$ - значення світлового потоку однієї лампи, згідно [30] $F_{\text{л}} = 4320 \text{ Лм}$

Тоді:

$$N = \frac{112500}{4320} = 26 \text{ шт.}$$

Отже в результаті проведеного розрахунку для освітлення приміщення майстерні не встановити не менше 26 ламп з використанням світильників типу ОД.

4.4 Висновки

З метою зниження травматизму в господарстві в даному розділі розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки при експлуатації тракторів.

За результатами проведених розрахунків освітленості приміщення ремонтної майстерні встановлено необхідну кількість ламп для забезпечення світлового потоку згідно встановлених норм.

Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Економічну ефективність проекту оцінимо за порівнянням результатів розрахунку проведеного за двома варіантами в першому буде розглянуто експлуатація трактора TZ-14 на прополюванні в агрегаті з культиватором КМО-1.8У, а в другому виконаємо розрахунок при експлуатації модернізованого трактора TZ-14М на прополюванні в агрегаті з культиватором КМО-2,1У. Розрахунок виконаємо за загально прийнятою методикою [33]. В таблиці 5.1 наведено вихідні дані для проведення розрахунку.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			Базова TZ-14 + КМО-1.8У	Проектowana TZ-14М + КМО-1.2У
1.	Обсяг роботи	га	60	60
2.	Вид роботи	-	міжрядний обробіток	міжрядний обробіток
3.	Продуктивність	га/год	0,8	1,3
4.	Витрати ПММ	кг/га	4,5	4,5
5.	Вартість палива	грн/кг	50	50
6.	Вартість: - Трактора - Машини - Всього	грн	156000 11000 167000	170000 12000 182000
7.	Кількість працівників	чол.	1	1
8	Тривалість зміни	год	6	6

Визначаємо змінну продуктивність агрегату:

$$W_{зм}^{\delta} = Q \cdot T_{зм} \quad 0,8 \cdot 7 = 5,6 \text{ га/зм}$$

$$W_{зм}^{\pi} = Q \cdot T_{зм} \quad 1,3 \cdot 7 = 9,1 \text{ га/зм}$$

де Q – продуктивність агрегату га/год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Значення витрат робочого часу агрегату визначимо за рівнянням:

$$B = \frac{m \cdot T_{зм}}{W_{зм}}, \frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{га}} \quad (5.1)$$

де m – значення кількості робітників, чол;

$$B^{\delta} = \frac{1 \cdot 7}{5,6} = 1,25 \frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{га}}$$

$$B^{\pi} = \frac{1 \cdot 7}{9,1} = 0,77 \frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{га}}$$

Нормативне завантаження агрегату визначаємо за формулою:

$$T_n = \frac{W_p}{W_{год}}, \text{га} \quad (5.2)$$

W_p – значення річної продуктивності агрегату, га

$$T_n^{\delta} = \frac{60}{0,8} = 75 \text{ год}$$

$$T_n^n = \frac{60}{1,3} = 46,15 \text{ год}$$

Значення нормативних витрат на технічне обслуговування та ремонти визначимо за рівнянням:

$$T_{ni} = \frac{B \cdot 9,7\%}{T_n \cdot W_{год} \cdot 100\%}, \frac{грн}{га} \quad (5.3)$$

де B – значення балансової вартості агрегату, грн

$$T_{ni}^b = \frac{167000 \cdot 9,7}{75 \cdot 0,8 \cdot 100} = 270 \frac{грн}{га}$$

$$T_{ni}^n = \frac{182000 \cdot 9,7}{46,15 \cdot 1,3 \cdot 100} = 294,2 \frac{грн}{га}$$

Значення експлуатаційних витрат визначимо за рівнянням:

$$V_{\Sigma e} = 3n + G_{нмм} + T_p, \frac{грн}{га} \quad (5.4)$$

де $3n$ – значення заробітної платні, грн/га;

$G_{нмм}$ – значення витрат на експлуатаційні матеріали, грн/га;

T_p – значення витрат на ТО, ПР, КР та зберігання, грн/га.

Значення заробітної платні визначимо за рівнянням:

$$3n = \frac{Tc \cdot 1,2 \cdot 2,2}{W_{год}}, \frac{грн}{га} \quad (5.5)$$

- де T_c – значення тарифної ставки, грн/год;
 1,2 – значення коефіцієнту додаткової оплати праці;
 2,2 – значення коефіцієнту нарахувань на соціальні міроприємства.

Значення тарифної ставки на оплату праці визначимо за формулою:

$$T_c = \frac{W\phi \cdot S_H}{W_H}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

- де S_H – оплата за нормований виробіток, $S_H = 700$ грн
 W – нормована змінна продуктивність праці, га/зм.

$$T_c^B = \frac{0,8 \cdot 700}{5,6} = 100 \text{ грн}$$

$$T_c^П = \frac{1,3 \cdot 700}{9,1} = 100 \text{ грн}$$

$$z_{II}^B = \frac{100 \cdot 1,2 \cdot 2,2}{0,8} = 330 \text{ грн/га}$$

$$z_{II}^П = \frac{100 \cdot 1,2 \cdot 2,2}{1,3} = 203 \text{ грн/га}$$

Значення амортизаційних відрахувань визначимо за формулою:

$$A_i = \frac{B \cdot a \cdot A_i}{T_H \cdot W_{год} \cdot 100} \text{ грн/га} \quad (5.7)$$

- де $a \cdot A_i$ – нормоване відрахування на амортизацію машин, 15 %.

$$A_I^B = \frac{167000 \cdot 15}{75 \cdot 0,8 \cdot 100} = 417,5 \text{ грн/га}$$

$$A_I^П = \frac{182000 \cdot 15}{46,15 \cdot 1,3 \cdot 100} = 455 \text{ грн/га}$$

Визначаємо витрати на паливо-мастильні матеріали за формулою:

$$G_{\text{пмм}} = g \cdot C_{\text{п}}, \text{ грн/га} \quad (5.8)$$

де g – витрати палива на 1 га, кг;

C – комплексна вартість паливо-мастильних матеріалів, грн/кг

$$G_{\text{пмм}}^B = 4,5 \cdot 50 = 225 \text{ грн/га}$$

$$G_{\text{пмм}}^П = 4,5 \cdot 50 = 225 \text{ грн/га}$$

Значення витрат на обслуговування та ремонти визначимо за рівнянням:

$$T_p = \frac{K \cdot T_{\text{ні}}}{W_{\text{год}}}, \text{ грн/га} \quad (5.10)$$

де K – значення коефіцієнту умовного еталонного трактору, $K = 0,7$.

$$T_p^B = \frac{270 \cdot 0,7}{0,8} = 236,23 \text{ грн/га}$$

$$T_p^П = \frac{294,23 \cdot 0,7}{1,3} = 158,4 \text{ грн/га}$$

Значення сумарних експлуатаційних витрат визначимо за рівнянням (5.4):

$$V_{\Sigma E}^B = 330 + 417,5 + 236,2 + 225 = 1208,7 \quad \text{грн/га}$$

$$V_{\Sigma E}^B = 203 + 455 + 225 + 158,4 = 1041,51 \quad \text{грн/га}$$

Значення експлуатаційних витрат на весь обсяг робіт визначимо за рівнянням:

$$V_e = V_{se} \cdot W_p, \quad \text{грн} \quad (5.10)$$

$$V_e^B = 1208,7 \cdot 60 = 72524,12 \quad \text{грн}$$

$$V_e^B = 1041,51 \cdot 60 = 62490,6 \quad \text{грн}$$

Значення капітальних вкладень на 1 гектар визначимо за рівнянням:

$$K_B^B = \frac{B}{W_p}, \quad \text{грн} \quad (5.11)$$

$$K_B^B = \frac{167000}{60} = 2783,3 \quad \text{грн/га}$$

$$K_B^B = \frac{182000}{60} = 3033,3 \quad \text{грн/га}$$

Значення приведених витрат на 1 гектар визначимо за рівнянням:

$$P_{в1} = V_{\Sigma e} + 0,15 \cdot K_B, \quad \text{грн} \quad (5.12)$$

$$\Pi_{в1}^{\delta} = 1208,7 + 0,15 \cdot 2783,3 = 1626,23 \text{ грн/га}$$

$$\Pi_{в1}^{\pi} = 1041,51 + 0,15 \cdot 3033,3 = 1496,51 \text{ грн/га}$$

Значення приведених витрат на весь обсяг робіт визначимо за формулою:

$$\Pi_{в2} = \Pi_{в1} \cdot W_p, \text{ грн} \quad (5.13)$$

$$\Pi_{в2}^{\delta} = 1626,23 \cdot 60 = 97574,12 \text{ грн}$$

$$\Pi_{в2}^{\pi} = 1496,51 \cdot 60 = 89790,61 \text{ грн}$$

Значення річного економічного ефекту визначимо за формулою:

$$E_p = \Pi_{в2}^{\delta} - \Pi_{в2}^{\pi}, \text{ грн} \quad (5.14)$$

$$E_p = 97574,12 - 89790,61 = 7783,5 \text{ грн}$$

Термін окупності визначаємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B^n - B^{\delta}}{E_p}, \text{ років} \quad (5.15)$$

$$T_{ок} = \frac{182000 - 167000}{7783,5} = 1,92 \text{ року}$$

Результати розрахунку зведемо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 – Економічні показники проекту

Показники	Варіанти		Проектний варіант в (+/-) до базового
	Базовий	Проектний	
Машино-тракторний агрегат	TZ-14 + КМО-1.8У	TZ-14М + КМО-1.2У	-
Вартість машинного агрегату, грн	167000	182000	15000
Обсяг роботи, га	60	60	-
Вид виконаних робіт	міжрядний обробіток	міжрядний обробіток	-
Витрати на пальне, грн/га	225	225	0
Витрати на заробітну платню, грн/га	330	203	-127
Витрати на технічне обслуговування та ремонти, грн/га	236,23	158,43	-77,8
Амортизаційні відрахування, грн	417,5	455	37,5
Експлуатаційні витрати, грн/га	1208,7	1041,5	-167,2
Економічний ефект проекту, грн	7783,5		
Термін окупності проекту, років	1,92		

Висновки

Як показують розрахунки проведене удосконалення трансмісії та двигуна трактора TZ-14М дозволяє отримати річний економічний ефект в 7783,5 грн, що дозволяє окупити витрати на удосконалення на протязі 1,92 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного аналізу господарської діяльності встановлено, що найнижчий рівень механізації в господарстві приходиться на овочівництво. У зв'язку з цим актуальним буде удосконалення механізації рослинництва шляхом розробки гідростатичної трансмісії міні-тракторів, які широко застосовуються в овочівництві завдяки своїй маневреності та мобільності. Проведене удосконалення дозволить підвищити продуктивність виконання технологічних операцій та знизити собівартість вирощування продукції за рахунок більш продуктивної та економічної роботи МТА з безступінчастою гідростатичною трансмісією.

2. В якості об'єкта модернізації обрано міні трактор TZ4K14, який активно використовується в господарстві на вирощуванні овочів та в садівництві. За результатами проведеного аналізу конструкцій трансмісій врахувавши їх переваги та недоліки в якості прототипу обрано гідростатичну трансмісію. Розроблено конструктивну схему гідростатичної трансмісії адаптованої з трактором TZ4K14.

3. За результатами проведених розрахунків ефективних показників роботи трактора та його двигуна встановлено, що приріст потужності склав 5,8 кВт завдяки форсуванню двигуна, при цьому приріст тягового зусилля склав 2 кН, що позитивно вплине на тягові показники трактора при виконанні технологічних операцій в складі с.г. машин.

В результаті проведених розрахунків трансмісії встановлено, що розроблена гідрооб'ємна трансмісія здатна забезпечити необхідний діапазон зміни потужності та крутного моменту для забезпечення ефективної роботи удосконаленого мінітрактора.

4. З метою зниження травматизму в господарстві розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки при експлуатації тракторів. За результатами проведених розрахунків освітленості приміщення ремонтної майстерні

встановлено що для забезпечення світлового потоку згідно встановлених норм необхідно 26 ламп для світильників типу ОД.

5. Економічними розрахунками доведено ефективність проведеного удосконалення трансмісії та двигуна трактора TZ-14М. Продуктивність трактора в агрегаті з культиватором КМО-1.2У виросла на 38 %. Річний економічний ефект склав в 7783,5 грн, що дозволяє окупити витрати на удосконалення на протязі 1,92 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Р. Коваленко, О. Городецький. Системи сучасних інтенсивних технологій. Центр навчальної літератури. – К., 2019. – 64 с.
2. Л. Єрмакова, М. Поліщук, С. Каленська, В. Паламарчук, І. Поліщук. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Видавництво Рогальська І.О. – К. 2015. – 448 с.
3. Охмат П.К., Мельниченко В.І. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля: Курс лекцій. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2013. 340 с.
4. Теслюк Г.В., Мельниченко В.І., Бойко В.Б., Лепеть Є.І. Короткий курс лекцій з дисципліни «Трактори і автомобілі». Розділ «Основи теорії тракторів і автомобілів».- Дніпро: ТОВ «Акцент ПП», 2020.- 319 с.
5. Наукові основи землеробства : підручник / І.Д. Примак та ін. Біла Церква : БДАУ, 2005. 408 с.
6. Головчук А.Ф., Марченко В.І. Машини сільськогосподарські. К. – Грамота, 2005. 575 с.
7. <https://agromania.com.ua/minitraktor-tz-4k-14-byudzhethnyj-universal-iz-evropy/>
8. <https://sadvaja-tehnika.com/minitraktory/tz-4k-14/>
9. Лебедєв А. Т. Трактори та автомобілі. Шасі. К.: Вища освіта, 2004. Ч.3. 336 с.
10. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. / В.А.Дідур, О.Д.Савченко, С.І.Пастушенко, С.І. Мовчан; – Запоріжжя: Прем'єр, 2005. – 464 с. (с. 119 – 125, 129 - 144).
11. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. та ін. Гідравліка. Підручник. Херсон: ОЛДІПЛЮС, 2015. 624 с.
12. Шкарівський Г.В. Трансмісії мобільних машин: [навчальний посібник] / Г.В. Шкарівський. – К.: ФОП Ямчинський О.В, 2021. – 438 с.
13. Захарчук В.І. Основи теорії, конструкції та розрахунку автомобільних двигунів: Навч. посібн. Луцьк: ЛДТУ, 2007. 216 с.

14. Улексін В.О. Тягово-динамічні якості і паливна економічність тягово-транспортних машин: Методичні вказівки до першої частини розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Трактори та автомобілі» «Розрахунок автотракторного двигуна».- Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. 76 с.
15. Ніколаєнко А.В. Теорія, конструкція та розрахунок автотракторних двигунів. - М.: Колос, 1984. - 335 с.
16. Охмат П.К., Мельниченко В.І. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля: Курс лекцій. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2013. 340 с.
17. Охмат П.К., Улексін В.О., Мельниченко В.І. Методичний посібник для виконання розрахунково-графічної роботи «Тяговий розрахунок трактора або автомобіля».- Дніпро: ДДАЕУ, кафедра «Тракторів і сільськогосподарських машин», 2019. 186 с.
18. Гавриш В.І. Основи теорії розрахунку мобільних енергетичних засобів. / О.В. Бондаренко – М.: МДАУ, 2011. – 285 с.
19. Гідравліка, гідро та пневмоприводи. І. П. Паламарчук, Д. П. Журавель, С. М. Уманський, В. І. Паламарчук. – Київ: «Компринт», 2021. – 450 с., іл
20. Елементи гідроприводу. (Довідник). Вид. 2-ге, перероб. та дод. Абрамов Є. І., Колесниченко К. А., Маслов В. Т. Київ, «Техніка», 1977. 320 с.
21. Гідронасос Bosch Rexroth A10VG18. <https://hydraulicline.ua/gidronasos-bosch-rexroth-a10vg18>
22. Гідромотор Bosch Rexroth A10FE18. <https://rodonit2008.com.ua/catalog/gidromotor-bosch-rexroth-a10fe18/>
23. Охмат П.К., Мельниченко В.І. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля: Курс лекцій. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. 340 с.
24. Улексін В. О. Гідродинамічні передачі тракторів і автомобілів. Дніпропетровськ: 2010. 26 с.
25. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі / В.А.Дідур, О.Д.Савченко, Д.П.Журавель, С.І.Мовчан; – К.: Аграрна освіта, 2008. – 577 с.

26. Охмат П. К., Улексін В. О., Мельниченко В. І. Трактори і автомобілі. Практикум: Навчальний посібник.- Дніпропетровськ: «ЕНЕМ», 2011. 156 с.
27. Шкарівський Г.В. Основи теорії мобільних машин: Навчальний посібник. К.: ФОП Ямчинський О.М., 2019. 723 с.
28. Інструкція з охорони праці при керування сільськогосподарськими тракторами <https://dnzkyru.org.ua/news/10-56-18-05-09-2022/>
29. Охоронна зона та безпечна відстань від ЛЕП. <https://stroychik.ua/normy/ohrannaya-zona-i-bezopasnoe-rasstoyanie-ot-lep>
30. Автопаливозаправники Hyundai. <https://thk.kiev.ua/ua/catalog/avtotoplivozapravschnik/filter/brand=hyundai>
31. Іскрогасники та глушники трактора. <https://budtehnika.pp.ua/3760-glushniki-ta-skrogasniki-traktora.html>
32. Методичні вказівки до практичного заняття «Розрахунок освітлення робочих місць захист». – К: ДДТУ, 2017. – 16 с
33. С.С. Черниш. Економічний аналіз. - К: видавничий центр учбової літератури, 2010. – 313 с.

Додатки

Форм.	Зона	Поз.	Позначення					Найменування			Кіл.	Приміт.		
								<u>Документація</u>						
A1			52.ДП.011.01000.СК					Складальне креслення						
								<u>Деталі</u>						
A3	1		52.ДП.011.101.0001					Ведуча напівмуфта			2			
A3	2		52.ДП.011.101.002					Ведуча напівмуфта			2			
A4	3		52.ДП.011.101.003					Палець			12			
A4	4		52.ДП.011.101.004					Пружна втулка			12			
A4	5		52.ДП.011.101.005					Стопорний гвинт			4			
A4	6		52.ДП.011.101.006					Дистанційна втулка			12			
								<u>Стандартні деталі</u>						
		7						Гайка М10 ДСТУ 5915			12			
		8						Гровер М10 ДСТУ 6402			12			
Підп. и дата														
Взам. инв. №														
Инв. № дубл.														
Підп. и дата														
Инв. № подл.														
								52.ДП.011.101.000СК						
			Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	З'єднувальна муфта			Літ.	Арк.	Аркушів	
											ДДАЕУ АІСЗ-1-21			
			Розроб.	ІЧереп А.О.										
			Перев.	Валик Б.А.										
			Т. контр.											
			Н. контр.	Золотовська О.В.										
			Зат.	Тесляк Г.В.										