

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 використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-1-22 за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Трет'яков Роман Анатолійович

Керівник: _____ Бойко Владислав Борисович

Рецензент: _____

Дніпро – 2025

**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)

«___» _____ 2025 р.

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

Трет'якову Роману Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи

керівник роботи Бойко Владислав Борисович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 11.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту Технічна характеристика трактора ЮМЗ-8040. Результати наукових досліджень за обраною тематикою науковців кафедри. Звітна документація господарської діяльності агропідприємства.

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. Об'єкт удосконалення (A1). 2. Аналіз конструктивних рішень (A1).
Конструктивна схема (A1). 4. Складальне креслення (A1). 5. Деталювання (A1).
6. Економічні показники проекту (A1).

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання: 2.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	2.04.25-14.04.25	
2	Технологічний	14.04.25-26.04.25	
3	Конструкційний	26.04.25-18.05.25	
4	Охорона праці	18.05.25- 24.05.25	
5	Економічний	24.05.25-29.05.25	
6	Графічна частина	29.05.25-11.06.25	

Студент

(підпис)

Трет'яков Р.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бойко В.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Трет'яков Р.А. Підвищення ефективності використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи.

Запропоноване удосконалення дозволить підвищити ефективність використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 в агрегаті з гідрофікованими активними робочими органами сільськогосподарських машин.

В першому розділі проведено аналіз господарської діяльності в господарстві де буде проведено удосконалення універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040.

В другому розділі проведено аналіз удосконалень гідравлічної системи тракторів за результатами якого проведено удосконалення універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 для агрегування з сільськогосподарськими машинам з гідрофікованими активними робочими органами.

В третьому розділі проведено основні конструктивні та технологічні розрахунки.

Розглянуто питання з охорони праці при експлуатації універсально-просапних тракторів в агрегаті з сільськогосподарськими машинам з гідрофікованими активними робочими органами.

Виконано економічне обґрунтування запропонованого удосконалення універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040.

Ключові слова: гідросистема, універсально-просапний трактор, активні робочі органи, аксіально-плунжерний гідронасос, сервопривод

ЗМІСТ

ВСТУП	8
Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	10
1.1 Загальна інформація	10
1.2 Природно-кліматичні умови	11
1.3 Характеристика рослинництва	12
1.4 Характеристика механізації галузі рослинництва	13
1.5 Економічна ефективність господарської діяльності ПП «Агровест-Україна»	19
1.6 Висновки	21
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23
2.1 Актуальність та мета кваліфікаційної роботи	23
2.2 Об'єкт удосконалення	24
2.3 Аналіз основних способів підвищення тягових показників тракторів	28
2.4 Висновки	37
Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	39
3.1 Розробка конструктивної схеми гідравлічного довантажувача ведучих коліс трактора ЮМЗ-8040	39
3.2 Розрахунок основних конструктивно-технологічних параметрів удосконаленої гідравлічної системи	43
3.3 Розрахунок сили довантаження ведучих коліс трактора за рахунок розробленої конструкції довантажувача	52
3.4 Розрахунок на міцність штока гідроциліндра	54
3.5 Висновки	55
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	56

4.1 Аналіз стану з охорони праці в господарстві	56
4.2 Заходи по поліпшенню умов праці в господарстві	57
4.3 Заходи з охорони праці при експлуатації трактора з розробленим гідродовантажувачем ведучих коліс	59
4.4 Захист навколишнього середовища при експлуатації трактора з розробленим гідродовантажувачем ведучих коліс	60
4.5 Висновки	61
Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	62
5.1 Розрахунок техніко-економічних показників проекту	63
5.2 Висновки	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
ЛІТЕРАТУРА	69
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Сільське господарство, як одна з найважливіших галузей економіки, вимагає впровадження новітніх технологій і механізмів для підвищення ефективності виробництва та зниження витрат. Одним із ключових елементів сучасної агротехніки є сільськогосподарські трактори, які використовуються для виконання різноманітних операцій, таких як обробка ґрунту, посів, внесення добрив, полив, перевезення вантажів тощо.

У сучасному сільському господарстві ефективність роботи тракторів є однією з ключових характеристик, що визначає продуктивність та економічність агротехнічних операцій. Універсально-просапні трактори, завдяки своїй багатофункціональності та здатності працювати на різних типах ґрунтів, займають важливе місце в обробці земель і виконанні різноманітних аграрних завдань. Проте наявність обмежень, пов'язаних з їх тяговими характеристиками, знижує ефективність роботи техніки, зокрема в складних агротехнічних умовах, таких як важкі ґрунти, вологі чи нерівні ділянки.

Одним з основних факторів, що впливають на тягові показники тракторів, є зчеплення колісних рушіїв з ґрунтом. Погіршення цього зчеплення призводить до підвищеного буксування коліс, зменшення продуктивності та збільшення витрат пального, що значно знижує економічну ефективність сільськогосподарських робіт. Одним із шляхів підвищення тягових характеристик тракторів є збільшення їх зчіпної ваги, що дозволяє значно поліпшити зчеплення коліс з ґрунтом, знизити буксування та покращити стабільність роботи на різних типах ґрунтів.

В умовах, коли вимоги до ефективності сільськогосподарської техніки постійно зростають, підвищення зчіпної ваги тракторів стає важливим елементом оптимізації їх роботи. Удосконалення гідросистеми тракторів за рахунок впровадження механізмів, що дозволяють додатково вантажити ведучі колеса, може значно покращити тягові показники техніки, підвищити її

продуктивність і знизити витрати пального, що є важливим аспектом для економії ресурсів у сільському господарстві.

Мета роботи – підвищення ефективності використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи з розробкою довантажувача ведучих коліс.

Розроблена конструкція гідравлічного довантажувача дозволить адаптувати трактор до різних технологічних вимог, збільшуючи тягові зусилля без значного збільшення основної маси машини. Що дозволить зменшити негативний вплив на ґрунт, покращити маневреність техніки та підвищити її ефективність при виконанні складних агротехнічних операцій, таких як обробка важких ґрунтів.

Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Загальна інформація

ТОВ «Агровест Україна» засноване 8 лютого 2001 року і зареєстровано в Нікопольському районі Дніпропетровської області. Головна садиба господарства розташована в с. Веселе на правобережжі України. Логістика з обласним центром налагоджена з використанням автомобільної дороги Т 0435 [4]. Відстань до обласного центра міста Дніпро становить 149 км. ПП «Агровест-Україна» організовано на базі колективного господарства «Колос».

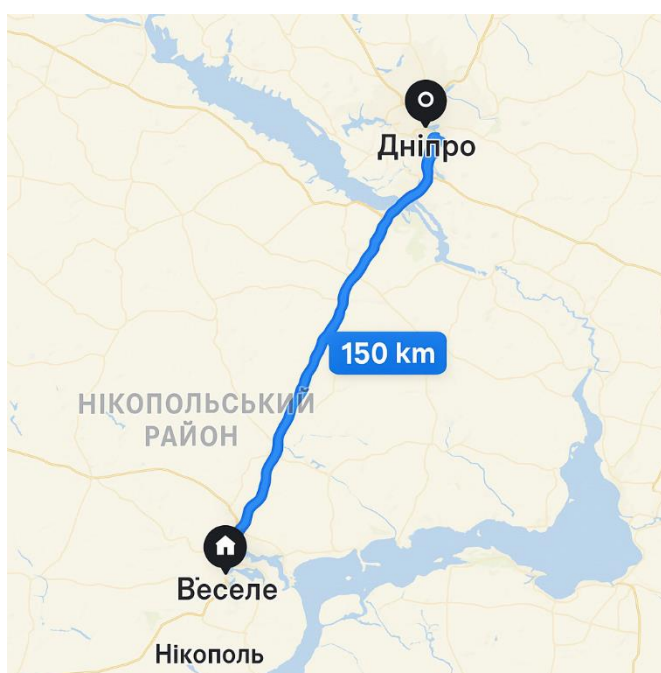


Рис. 1.1. Розташування ПП «Агровест-Україна»

Підприємство спеціалізується на вирощуванні сільськогосподарських культур, забезпечуючи значну частину продукції для регіонального ринку та переробних підприємств. ПП «Агровест-Україна» є одним із важливих агропідприємств в Нікопольському районі, активно розвиваючи сільськогосподарські виробництва та покращуючи умови для ефективного ведення бізнесу..

1.2 Природно-кліматичні умови

Господарство знаходиться в степовій зоні України, що має значний вплив на умови ведення сільського господарства. Природно-кліматичні умови цього регіону сприяють вирощуванню як зернових, так і олійних культур.

Клімат в регіоні є помірно континентальним, що характеризується гарячим, сухим літом та прохолодною зимою. Середня річна температура повітря складає близько 10-15,1°C. Літні температури варіюються від 25 до 28°C, що створює сприятливі умови для росту та дозрівання сільськогосподарських культур. Зими в регіоні помірно холодні, середня температура січня складає близько -4°C, але в окремі роки температура може опускатися до -12°C і нижче.

Щорічна кількість опадів становить близько 410-470 мм, більшість з яких випадають в теплий період року (від весни до осені). Це сприяє достатньому зволоженню ґрунтів, необхідному для росту основних сільськогосподарських культур. Взимку опади зазвичай випадають у вигляді снігу, однак їх кількість не є значною. Таким чином, збереження вологи в ґрунті в теплі місяці є важливим завданням для забезпечення хороших урожаїв.

Середній рівень вологості повітря в регіоні коливається між 65-75%. Вологість в осінньо-зимовий період досягає свого максимуму завдяки великій кількості опадів, але з настанням літа, зокрема в серпні, рівень вологості знижується. Це може призвести до посух, що вимагає додаткових заходів для збереження вологості ґрунту, таких як застосування систем зрошення та вибір відповідних агротехнологій.

Ґрунти на території господарства переважно чорноземні, які є одними з найбільш родючих в Україні. Чорноземи характеризуються високою вологопереносністю, хорошою структурою і значною кількістю поживних речовин, що забезпечує оптимальні умови для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур, зокрема зернових і олійних. Збереження родючості ґрунтів є важливою умовою для підтримання високої врожайності.

1.3 Характеристика рослинництва

Структура посівних площ є важливим елементом сільськогосподарського виробництва, оскільки від її формування залежить ефективність використання земельних ресурсів, планування посівних робіт і забезпечення збалансованого виробництва сільськогосподарської продукції. ПП «Агровест-Україна», яке спеціалізується на вирощуванні зернових та олійних культур, здійснює планування посівів на основі агротехнічних вимог і можливостей господарства. За останні три роки спостерігається стабільне збільшення площ під основними культурами.

В господарстві ПП «Агровест-Україна» основними культурами є кукурудза, пшениця, соняшник та ріпак. Протягом останніх років структура посівних площ змінилася, відображаючи потреби ринку та ефективність вирощування різних культур. Посіви зернових та олійних культур займають більшу частину земельних площ, що дозволяє господарству підтримувати стабільний рівень виробництва. В таблиці 1.1 наведено основні показники господарської діяльності в рослинництві за останні три роки

Таблиця 1.1 – Значення площі та врожайності за 2022-2024 роки

Культура	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	(га)	(т/га)	(га)	(т/га)	(га)	(т/га)
Кукурудза	211	5,2	241	4,8	232	5,5
Озима пшениця	168	3,78	141	3,8	142	3,95
Соняшник	124	1,8	101	1,8	92	2,2
Ріпак	76	2,2	96	1,9	135	2,7
Всього	579		579		601	

Згідно з даними по основних сільськогосподарських культурах, в 2022 році на площі 579 га були вирощені наступні культури:

Кукурудза: на площі 211 га отримано урожай 5,2 т/га.

Озима пшениця: на площі 168 га урожай склав 3,78 т/га.

Соняшник: на площі 124 га урожай досяг 1,8 т/га.

Ріпак: на площі 76 га отримано 2,2 т/га.

В 2023 році площі під культурами зросли, зокрема збільшилась площа під кукурудзу до 241 га, однак урожайність знизилася до 4,8 т/га. Соняшник та ріпак також показали деякі зміни у площах і урожайності: площа під соняшник зменшилась до 101 га, але урожайність залишилася на рівні 1,8 т/га, а площа під ріпак зросла до 96 га, з урожайністю 1,9 т/га.

На 2024 рік відбулося подальше збільшення площ під ріпак (135 га) та покращення урожайності кукурудзи (5,5 т/га), що вказує на тенденцію до зростання ефективності використання землі для цієї культури. Озима пшениця та соняшник залишаються на рівні попереднього року, з невеликими коливаннями площ та урожайності.

Загалом, за три роки спостерігається тенденція до збільшення площ під ріпак і кукурудзу, що відображає адаптацію до ринкових умов та попиту на ці культури, а також вдосконалення агротехнічних методів.

1.4 Характеристика механізації галузі рослинництва

Механізація в ПП «Агровест-Україна» рослинництва є важливим елементом його розвитку, завдяки механізації значно підвищується ефективність виробничої діяльності, завдяки зменшенню витрат на виконання різних операцій на вирощуванні сільськогосподарських, підвищенню продуктивності праці та отриманню стабільних урожаїв. Поява новітніх технологій та сучасної техніки активно впливає на подальший розвиток механізації рослинництва в Україні.

На сьогоднішній час в ПП «Агровест-Україна» практично всі процеси вирощування сільськогосподарських культур, а це і підготовка ґрунту, виконання посіву, догляд за рослинами, збирання врожаю та його транспортування механізовано практично повністю. В таблиці 1.2 наведена точна інформація по рівню механізації в господарстві.

Таблиця 1.2 Механізація основних операцій

N п/п	Найменування операцій	Механізація, %
1	Підготовка ґрунту	100
2	Посів	100
3	Внесення засобів захисту та добрив	100
4	Прополювання	95
5	Вантажні роботи	96
6	Збирання урожаю	100
7	Очистка насіння	100

Використання сучасної техніки дозволяє оперативно в задані періоди згідно агрокалендарю виконувати необхідні технологічні операції, що значно підвищує дотримання технологічних стандартів на всіх етапах виробництва.

Для виконання основних операцій підготовка ґрунту, посів догляд за культурами та їх збирання господарство використовує комплекс машин та знарядь наведених в таблиці 1.3.

Обробіток ґрунту виконується з використанням плугів, культиваторів, дискових борін, які забезпечують заробку рослинних решток, розуцільнення розпушування, вирівнювання та аерацію ґрунту створюючи оптимальні умови для розвитку різного типу культур на етапі проростання та наступної вегетації рослин та їхньої кореневої системи.

Таблиця 1.3 – Характеристика МТП

Назва та марка машини	Кількість, шт.
Трактори	
MT3-82,1	2
ЮМЗ-8040	3
John Deere 6340R	1
John Deere 8410R	1
Автомобілі	
ЗІЛ-130	3
MAN -TGX -18.440	2
Комбайни	
John Deere 9880 STS	2
Сільськогосподарські машини	
Борона ЗБЗТ-1,0	30
Борони ЗБЗС-1,0	24
Грунтообробний агрегат АГ-2,4	2
Борона дискова John Deere 2600	2
Плуг John Deere 3810-8F	2
Плуг ПЛН-3-35	4
Зчіпка С-11У	2
Культиватор КПС-12ПМ	1
Культиватор КПСО-8	1
Культиватор КПС-4	4
Культиватор КРН-5,6	4
Сівалка СЗ-3,6	4
Сівалка точного висіву Веста УПС 8-04	4
Сівалка John Deere 1770	2

Продовження табл. 1.3

1	2
Опрыскувач ОПШ-3524	2
Опрыскувач John Deere R 4030	1
Розкидач John Deere DN218	1
Розкидач НРУ–0,5	2
Причіп 2ПТС-4	6
Причіп 2ПТС-10	2
Прес-підбирач Mchale V6740 V640	2
Навантажувач Manitou MT 835	1

Посів є наступним етапом після підготовки ґрунту, де застосовуються сівалки різного типу, залежно від культури. В ПП «Агровест-Україна» для посіву пропасних культур використовуються сівалки точного висіву Веста УПС 8-04 вітчизняного виробника та John Deere 1770 закордонного виробництва. Вони дозволяють здійснювати точний посів насіння на необхідну глибину, з оптимальним міжряддям, що забезпечує рівномірне проростання рослин та економію насіння.



Рис. 1.2. Посів пропасних культур сівалкою John Deere 1770

На етапі обробки рослин важливу роль відіграють обприскувачі та трактори з навісними та причіпними обладнанням для внесення добрив, захисту рослин від шкідників і хвороб, а також для регулювання рівня вологості ґрунту. Сучасні технології, такі як GPS-навігація та автоматичне управління технікою, дозволяють досягти високої точності у внесенні добрив та засобів захисту рослин, що значно знижує витрати на агрохімікати.

Збирання врожаю є найбільш трудомістким процесом, тому механізація на цьому етапі є надзвичайно важливою. Для збору різних культур в господарстві використовується комбайн застосовуються комбайни, які можуть здійснювати одночасне зрізання, обмолочування та очищення зерна. Вони також оснащені системами контролю та моніторингу для підвищення ефективності роботи.



Рис. 1.3. Пряме комбайнування зернових комбайном John Deere 9880 STS

Транспортування врожаю здійснюється за допомогою тракторів з причепами 2ПТС-10, що дозволяє швидко та з мінімальними втратами доставляти продукцію до місць зберігання на тік (рис. 1.4).

Однією з важливих задач господарства є постійне оновлення машино-тракторного парку. Стара техніка не дає можливості ефективно та вчасно виконувати поставлені задачі в зв'язку з частими ремонтами та відповідно простоями, тому в господарстві відбувається періодичне оновлення рухомого

парку та виконуються всі необхідні заходи з її обслуговування та ремонту. Для цього на території господарства розміщується ремонтна майстерня (рис. 1.4).

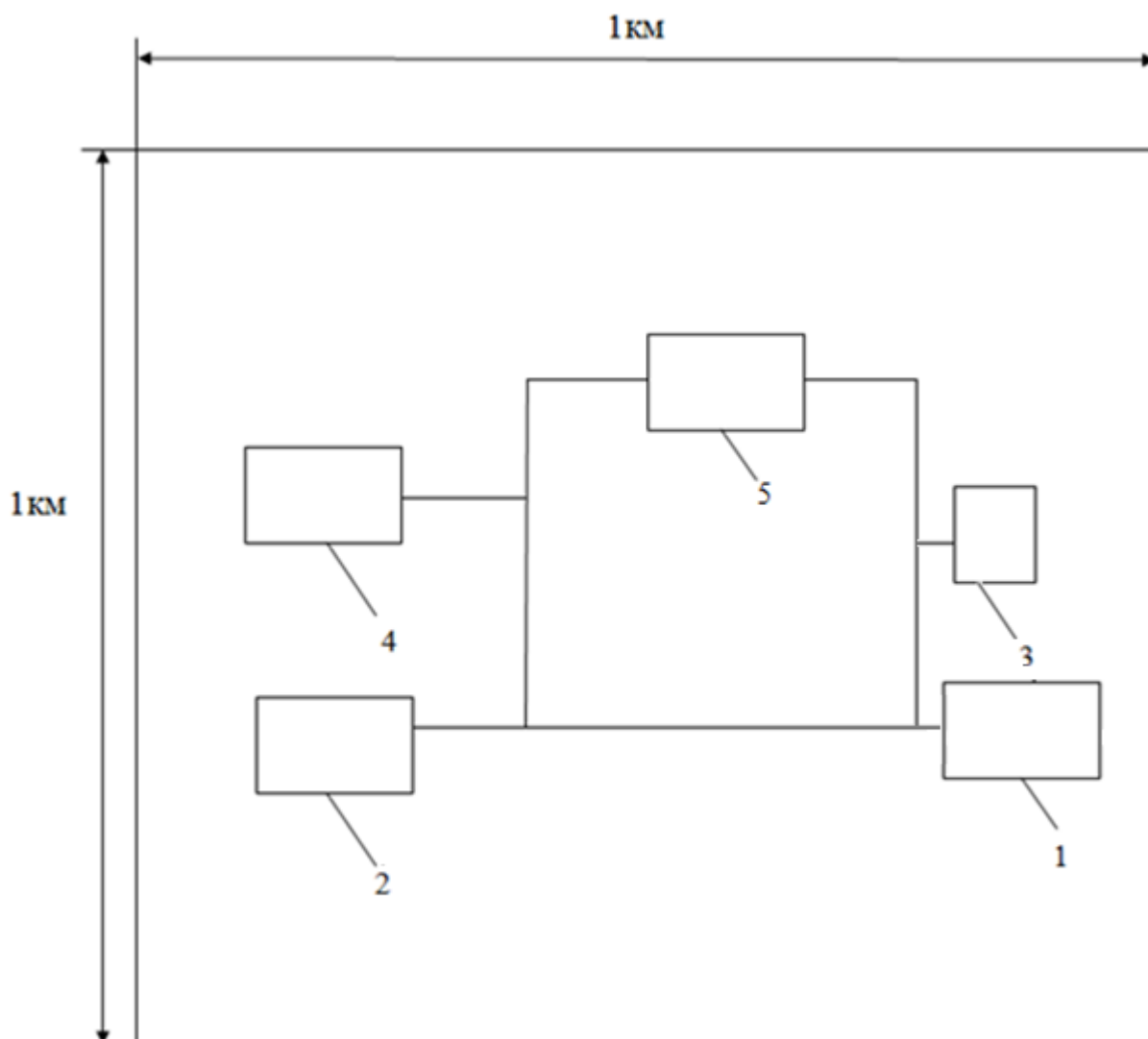


Рис.1.4. План розташування основних об'єктів в ПП «Агровест-Україна»

1 – МТП; 2 – контора; 3 – ремонтна майстерня сільськогосподарської техніки; 4 – механізований тік; 5 – пункт зберігання та видачі ПММ

Успіх механізації залежить також від кваліфікації працівників, здатних правильно експлуатувати та обслуговувати техніку, періодичного підвищення їх кваліфікації шляхом проведення виїзних навчань до сервісних центрів або приїзд їхніх викладачів на базу господарства. Для цього в господарстві обладнано клас з необхідним мультимедійним обладнанням.

Отже стан справ в господарстві стосовно механізації знаходиться на хорошому рівні, впровадження інноваційних технологій у механізацію сприяє сталому розвитку сільського господарства та забезпечує його конкурентоспроможність на ринку.

1.5 Економічна ефективність господарської діяльності ПП «Агровест-Україна»

ПП «Агровест-Україна» повністю забезпечене кваліфікаційними кадрами (табл. 1.4), що дозволяє ефективно та вчасно виконувати поставлені задачі в технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур.

Таблиця 1.4 – Кадрове забезпечення ПП «Агровест-Україна»

Посада	Кількість працівників
Керівник господарства	1
Головний бухгалтер	1
Агроінженер	1
Водій	6
Майстер-слюсар	2
Механізатор	6
Обліковець	1
Різноробочий	4
Електрозварювальник	1
Всього	23

Результати господарської діяльності ПП «Агровест-Україна» наведено за останні три роки в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 Економічні показники

№ з.п.	Показники	РІК		
		2022	2023	2024
1	Загальна площа угідь, га	579	579	601
2	Штат працівників, чол.	24	22	23
3	Річна витрата на ПММ, т	1296000	1396000	1402023
4	Кредитна заборгованість, грн	113500	102566	98235
5	Прибуток, грн	6708456	7008456	8556042
6	Виплати оплати праці, грн/рік	445203	485203	552600
7	Рентабельність сільськогосподарських культур, %:			
	Кукурудза	22	19	24
	Озима пшениця	17	20	21,5
	Соняшник	28	31	33
	Ріпак	48	51	57

Аналіз змін показників діяльності за періоди 2022–2024 років

У 2023 році площа угідь залишилась незмінною порівняно з 2022 роком. Проте, у 2024 році площа збільшилась на 3,8% , що свідчить про розширення виробничих потужностей.

Чисельність працівників у 2023 році зменшилась на 8,3%, що пов'язано скороченням робочих місць через оптимізацію праці. В 2024 році штат дещо збільшився на 4,5%.

Витрати на паливо-мастильні матеріали збільшились на 7,7% у 2023 році, а в 2024 році зріст склав лише 0,4% що пов'язано з ростом вартості пального та збільшенням площі оброблюваних угідь.

Кредитна заборгованість зменшилась на 9,7% у 2023 році і на 6,4% у 2024 році. Це свідчить про успішне погашення боргів та поліпшення фінансового становища підприємства.

Прибуток підприємства збільшився на 4,5% у 2023 році. У 2024 році прибуток зріс на 22,3%, що вказує на позитивну тенденцію у розвитку та ефективності роботи підприємства.

Виплати оплати праці зросли на 9% у 2023 році. У 2024 році виплати знову збільшились на 13,9% . Це може свідчити про підвищення заробітних плат та збільшення чисельності працівників.

Рентабельність кукурудзи знизилась на 13,6% у 2023 році, але в 2024 році вона знову зросла на 26,3%.

Рентабельність пшениці зросла на 17,6% у 2023 році, а у 2024 році вона збільшилась ще на 7,5%.

Рентабельність соняшнику збільшилась на 10,7% у 2023 році, а у 2024 році на 6,5%.

Рентабельність ріпаку виросла на 6,3% у 2023 році з 48% до 51% і на 11,8% у 2024 році до 57%.

1.6 Висновки

1. Загалом, підприємство демонструє позитивну динаміку в розвитку. Збільшення площі угідь, рентабельності культур та прибутку, разом зі зменшенням кредитної заборгованості, свідчить про ефективне управління ресурсами. Зростання виплат на оплату праці також відображає покращення

умов для працівників. Проте збільшення витрат на ПММ вимагає уваги для пошуку шляхів зниження витрат або оптимізації паливної економії.

2. Механізація виробничих процесів має вирішальне значення для підвищення ефективності виробничих процесів в господарстві. Застосування сучасних сільськогосподарських машин дозволяє зменшити трудові витрати, покращити якість виконання агротехнічних операцій і збільшити продуктивність. Загалом, рівень механізації основних технологічних процесів в ПП «Агровест-Україна» задовільним. Однак основною проблемою, що впливає на ефективність виробництва, є високі витрати на енергоносії, зокрема на дизельне паливо та обмеженість можливостей гідросистеми вітчизняної техніки ЮМЗ-8040 при роботі в агрегаті з сільськогосподарськими машинами на яких встановлено гідрофіковані робочі органи.

3. З метою підвищення в господарстві ефективності використання універсально-просапних тракторів марки ЮМЗ-8040 в агрегаті з сільськогосподарськими машинами в кваліфікаційній роботі буде проведено удосконалення гідросистеми трактора шляхом розробки довантажувача зчіпної ваги та встановлення насоса з регульованою подачею робочої рідини.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Актуальність та мета кваліфікаційної роботи

Актуальність підвищення зчіпної ваги універсально-просапного трактора ЮМЗ-8040 обумовлена необхідністю покращення експлуатаційних характеристик техніки в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва. Зважаючи на зростання вимог до продуктивності і ефективності роботи тракторів, підвищення зчіпної ваги є важливим аспектом для забезпечення стабільної роботи машин на різноманітних типах ґрунтів, особливо в умовах важких та нестабільних погодних умов.

Мета роботи – підвищення ефективності використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи з розробкою довантажувача зчіпної ваги.

Гідравлічний довантажувач дозволяє адаптувати трактор до різних технологічних вимог, збільшуючи тягові зусилля без значного збільшення основної маси машини. Це дає змогу зменшити негативний вплив на ґрунт, покращити маневреність техніки та підвищити її ефективність при виконанні складних агротехнічних операцій, таких як обробка важких ґрунтів або використання потужних агрегатів. Впровадження розробки сприятиме зниженню витрат на паливо та підвищенню економічної ефективності роботи тракторів у сільському господарстві.

Для досягнення поставленої цілі необхідно вирішити наступні питання:

- виконати аналіз конструкцій довантажувачів зчіпної ваги;
- розробити схему та конструкцію гідродовантажувача адаптованого з гідросистемою трактора ЮМЗ-8040;
- виконати конструктивно-технологічні розрахунки удосконаленої гідросистеми трактора;
- розробити заходи з охорони праці при експлуатації універсально-просапних тракторів в агрегаті з навісними машинами;

- провести розрахунки техніко-економічних показників машино-тракторного агрегату після проведеного удосконалення.

2.2 Об'єкт удосконалення

В ПП «Агровест-Україна» досить широко використовуються універсально просапні трактори вітчизняного виробника. Підвищити ефективність яких можна шляхом удосконалення їх гідросистеми з розробкою довантажувача зчіпної ваги. Дане удосконалення дозволить знизити буксування ведучих рушіїв за рахунок перерозподілення ваги з навісної сільськогосподарської машини на задні ведучі колеса трактора. В якості об'єкта удосконалення обрано трактори ЮМЗ-8040 модифікації 8040.2, оснащені дев'ястиступінчастими коробками передач та дизельними двигунами Д-243.41. Дані трактори досить широко використовуються на важких ґрунтообробних операціях (оранка, дискування) так на просапних, транспортних роботах завдяки своїй універсальності та максимальному тяговому зусиллю на оранці 14 кН [5]. Крім того, дані трактори широко використовуються в якості привода стаціонарних машин, виконанні дорожньо-будівельних робіт, навантажувально-розвантажувальних та інших робіт з встановленим спецобладнанням.

Так як трактори мають колісну формулу 4К2 на ґрунтообробних операціях не можливо повністю реалізувати тягове зусилля особливо на важких ґрунтах без додаткових засобів довантаження ведучих коліс. .

Кабіна трактора герметична, оснащена системами вентиляції та обігріву, забезпечує зручне, регульоване сидіння для оператора, яке можна налаштувати відповідно до його зросту та маси.

Трактори ЮМЗ-8040.2 оснащені роздільно-агрегатною гідросистемою. За спеціальним замовленням трактори можуть бути обладнані вузькими колесами розміром 9,50-42 для овочівництва на виконанні роботи в вузьких міжряддях і широкими шинами для дорожньо-будівельних робіт розміром 18,2-30.



Рис. 2.1. Універсально-просапний трактор ЮМЗ-8040 [5]

Більш детальну інформацію по трактору наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Основні показники трактора ЮМЗ-8040

Показник	Значення
Тип трактора	Універсально-просапний
Тяговий клас, т	1,4
Маса, кг	4225
Потужність дизеля, кВт	58
Ходова частина	
База, мм	2,45
Колія передніх коліс, мм	1,36...1,86
Колія задніх коліс, мм	1,4...1,8

Продовження табл. 2.1

Габарити	
Довжина, м:	4,17
Ширина, м:	1,89
Висота, м:	2,6
Радіус повороту не більше, м	4,8
Колісна формула	4K2
Силова передача	Механічна, 9 ступінчата
Зміна швидкості руху, км/год	Від 1,56 до 33,4
Дорожній просвіт, м	0,48
Вал відбору потужності ВВП хв ⁻¹	незалежний двошвидкісний, 540 або 1000

В якості силової установки трактора ЮМЗ-8040 використовується чотирициліндровий рядний дизель без наддуву Д-243.41 (рис. 2.2) з внутрішнім сумішоутворенням в нероздільній камері згорання [6].

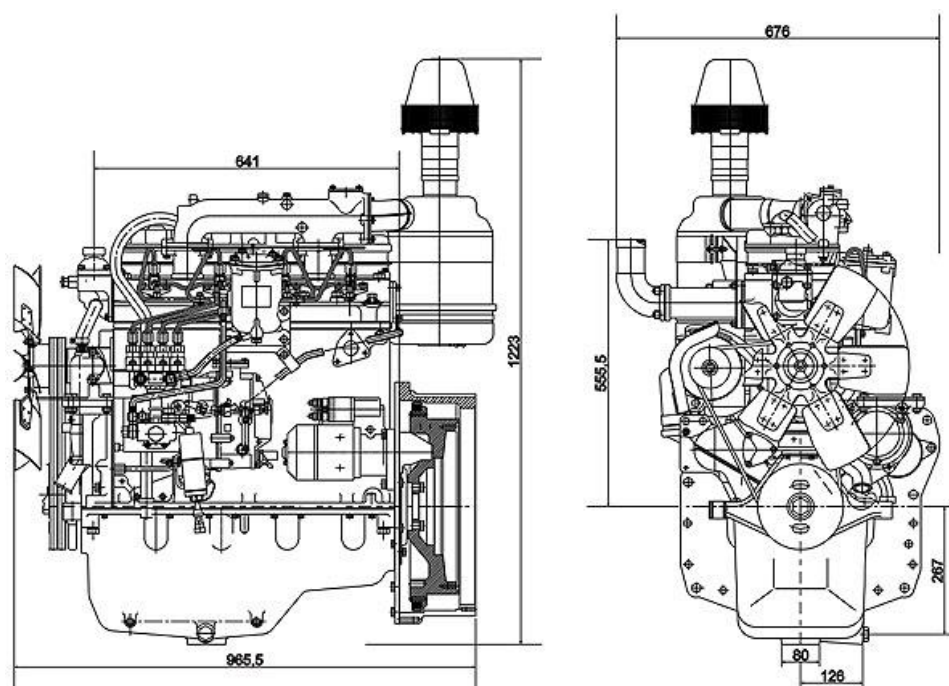


Рис. 2.2. Силова установка дизель MMZ Д-243

До основних показників силової установки трактора відноситься потужність, сумарний робочий об'єм двигуна, максимальний крутний момент, номінальні оберти колінчастого валу, а також питома та годинна витрата дизеля. Дизельний двигун без наддуву зазвичай має менший рівень потужності порівняно з двигунами з турбонаддувом, але відзначається високою надійністю та довговічністю. Основні показники силової установки трактора наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні показники дизеля Д – 243.41

Показник	Значення
Тип двигуна	дизель, чотиритактний
Номінальна потужність, кВт	58,1
Частота обертання КВ, с ⁻¹ .	2200
Розміщення та кількість циліндрів	Р-рядне, 4
Ступінь стиску	16
Максимальний крутний момент, Нм/об	287/1600
Годинна витрата пального, кг/год	13,4
Питома витрата палива, г·кВт·год	227
Літраж, л	4,75
Порядок роботи циліндрів	1–3– 4 –2
Діаметр та хід поршня, мм	110x125
Насос високого тиску	ПНВТ- 4УТНІ
Система подачі палива	безпосередній вприск
Система охолодження	Рідинна
Система мащення	Комбінована
Маса, кг	429

Удосконалення гідросистеми універсально-просапних тракторів є перспективним напрямом для підвищення експлуатаційної та економічної ефективності мобільних енергетичних засобів. Використання гідравлічного довантажувача ведучих коліс підвищує їх зчеплення, продуктивність машино-тракторного агрегату, знижує відповідно буксування та витрату пального на виконанні технологічної операції.

2.3 Аналіз основних способів підвищення тягових показників тракторів

Зчіпна вага та зчеплення ведучих коліс тракторів є критично важливими характеристиками для забезпечення ефективної роботи тракторної техніки в аграрному виробництві [7]. Ці параметри безпосередньо впливають на тягові зусилля трактора, маневреність та ефективність виконання сільськогосподарських операцій, таких як оранка, підготовка ґрунту, збір урожаю та транспортування. Розглянемо основні способи підвищення зчіпної ваги та зчеплення ведучих коліс трактора (рис. 2.3)



Рис. 2.3. Основні способи підвищення зчіпної ваги трактора та зчеплення колісних рушіїв

Збільшення маси трактора (баластування) один із основних способів підвищення зчіпної ваги трактора. Це досягається за рахунок використання вантажів, які можна додатково розміщувати на колесах трактора в передній його частині та позаду (рис. 2.4) [8]. Менш поширений спосіб але теж ефективний це додавання рідини до ведучих шин.



Рис. 2.4. Баластування трактора

а – з використанням вантажів; б – з додаванням води в шини

До переваг такого способу можна віднести підвищення тягового зусилля за рахунок покращеного зчеплення коліс та відповідно зниження їх буксування, що дозволяє зменшити витрати пального під час роботи на тяжких ґрунтах.

Недоліками даного способу є зниження маневреності трактора зростання навантаження в механізмі керування напрямком руху трактора.

Збільшене навантаження на ґрунт може призвести до його ущільнення, що погіршує його агрономічні властивості.

Зміна розміру та кількості шин (рис. 2.5) – цей спосіб досить поширений у фермерів. Використання збільшених шин або здвоєних шин дозволяє підвищити зчеплення рушіїв за рахунок більшої площі їх контакту [9]. Крім покращення зчеплення суттєво знижується тиск на ґрунт ходовими системами, що позитивно впливає на продуктивність рослин та підвищення врожайності.

Перевагами даного способу є підвищення тягових зусиль за рахунок покращення зчеплення коліс та зниження буксування. Збільшення опорної площі знижує ущільнювання ґрунту, покращує тягові характеристики, особливо на легких або вологих ґрунтах.

До недоліків даного способу можна віднести зниження маневреності трактора та зростання навантаження механізми керування напрямком руху машино-тракторного агрегату. Також використання більшого розміру шин не дозволяють заходити в міжряддя універсально-просапним тракторам завдяки зниженню захисної зони між рослинами та рушіями. В деяких випадках розмір коліс перевищує міжряддя просапних культур, що переводить трактор з розряду просапного в розряд тракторів загального призначення, які виконують всі види робіт окрім прополовання та спеціальних.



Рис. 2.5. Використання здвоєних шин на тракторах FENDT

Гусеничний або напівгусеничний хід (рис. 2.6). Перехід від колісного до напівгусеничного ходу або повного гусеничного ходу забезпечує значне підвищення зчеплення коліс з ґрунтом. Гусеничні трактори розподіляють вагу рівномірніше, зменшуючи тиск на ґрунт і покращуючи тягу на важких ґрунтах [10]. Це дозволяє техніці працювати ефективніше на болотистих, вологих або м'яких ґрунтах, де звичайні колісні трактори можуть зазнавати проблем з ковзанням або пробуксовуванням. Крім того, гусеничні системи забезпечують більшу стійкість і маневреність при роботі на схилах і під час виконання важких операцій, таких як оранка або транспортування важких вантажів. Однак, вони також мають певні недоліки, зокрема знижена швидкість руху і більші витрати на обслуговування та ремонт порівняно з колісними тракторами. До переваг такого способу можна віднести зменшення тиску на ґрунт, що мінімізує його ущільнення, підвищення тягових характеристик на важких та важкодоступних ділянках, покращення стійкості при роботі на схилах.



Рис. 2.6. Гусеничний та напівгусеничний хід трактора [11]

Довантажувачі зчійної ваги. Довантажувачі зчійної ваги є важливими компонентами сучасних тракторів, що застосовується для покращення ефективності їх роботи. Ці пристрої дозволяють збільшити зчійну вагу трактора, що в свою чергу підвищує тягові характеристики, покращує зчеплення коліс з ґрунтом та забезпечує більш стабільну роботу машини на різних типах ґрунтів. Вони застосовуються на різних етапах роботи сільськогосподарської техніки,

особливо при виконанні важких операцій, таких як оранка, дискування та культивування.

Довантажувачі зчіпної ваги – це механічні або гідравлічні системи, що використовуються для додаткового навантаження на трактор чи іншу техніку з метою збільшення зчіпної ваги. Це дозволяє підвищити ефективність роботи тракторів на важких ґрунтах, зменшити пробуксовування та забезпечити стабільне виконання агротехнічних операцій.

Існують різні типи довантажувачів, що використовуються в залежності від конструкції техніки та умов експлуатації. До основних типів можна віднести:

Механічний довантажувач (рис. 2.7) [12]. Це пристрій дозволяє довантажити ведучі колеса за рахунок тягового опору, який створюють робочі органи навісних сільськогосподарських машин та перерозподілу частини ваги машини на ведучі колеса трактора. Елементи навісного механізму сприймають опір від робочих органів сільськогосподарської машини наступним чином, так нижні тяги зазнають розтягуючого зусилля а верхня центральна тяга навпаки стискаючого зусилля.

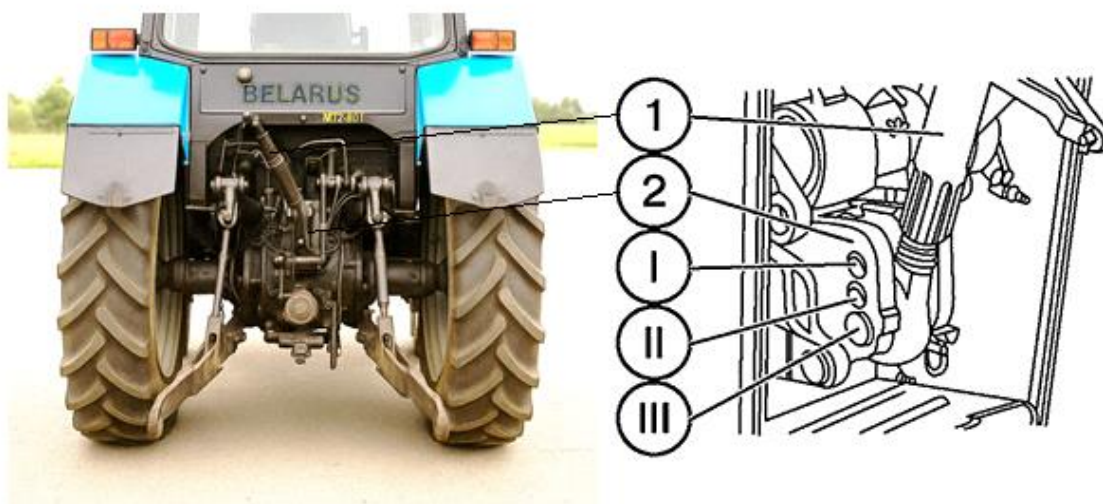


Рис. 2.7. Механічний довантажувач ведучих коліс

1 – центральна тяга; 2 – механічний довантажувач;

I , II, III – верхня, середня і нижня позиція механічного довантажувача

Аналізуючи схему розподілення сил (рис. 2.8) ми бачимо, що результуюча осьова сила P складається із горизонтальної P_H та вертикальної P_V складових. Зміна величини вертикальної складової P_V і забезпечує довантажування ведучих коліс. Так зміщуючи центральну тягу в нижні позиції кріплення, відбувається збільшення довантаження коліс, і навпаки піднімаючи її, знижуємо значення сили довантаження за рахунок тягового опору сільськогосподарських машин.

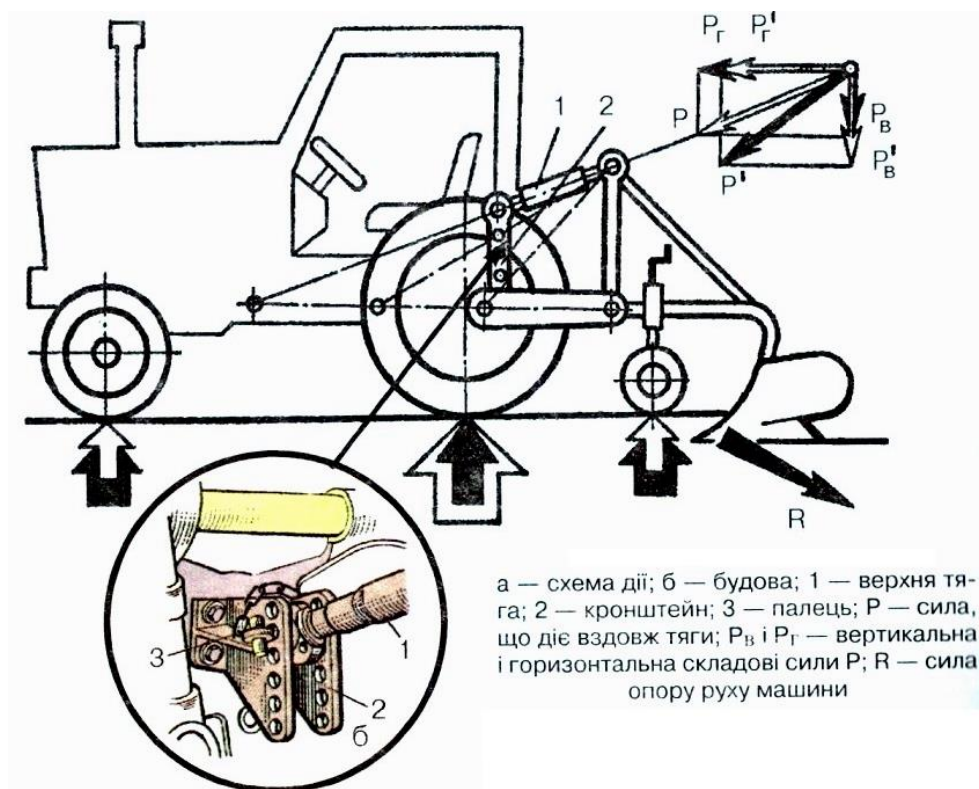
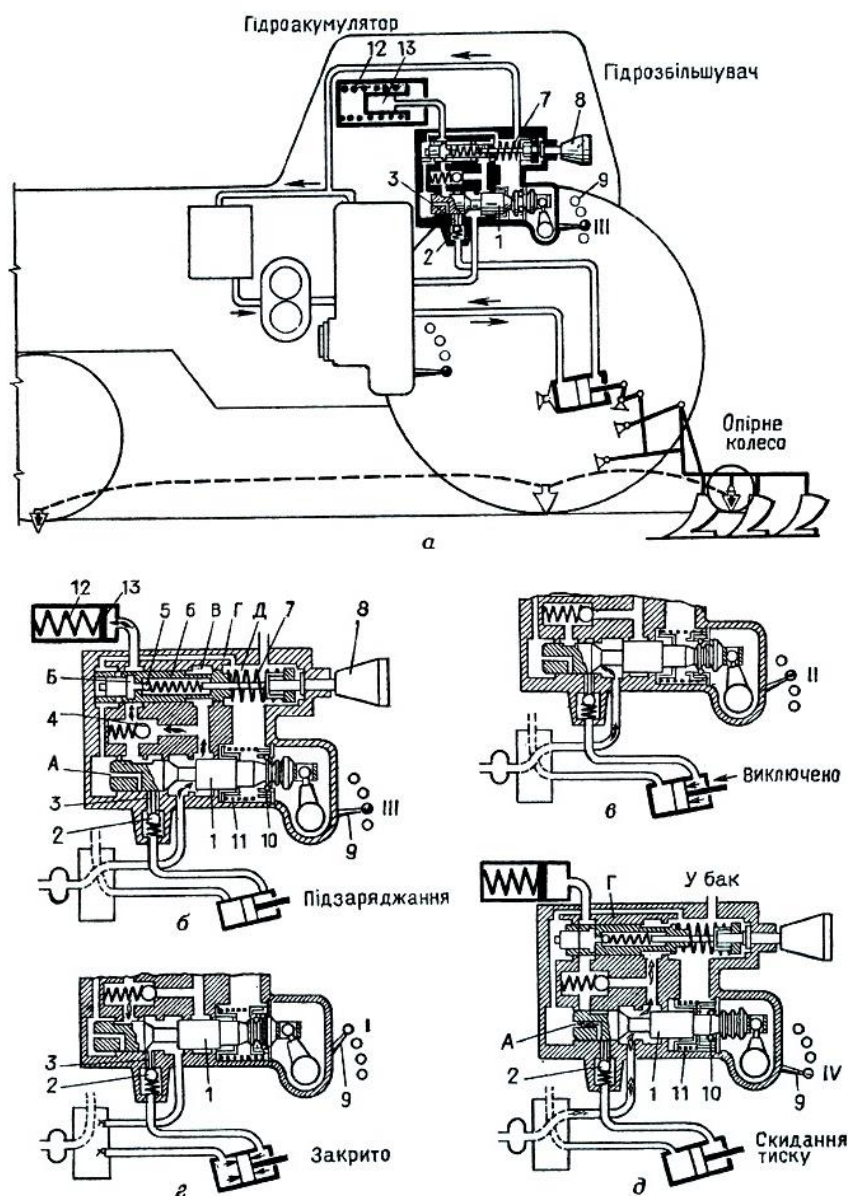


Рис. 2.8. Схема перерозподілу сил за допомогою механічного довантажувача

Гідравлічні довантажувачі Гідравлічні системи використовують гідравлічні циліндри та системи для підвищення зчіпної ваги шляхом підтримання тиску підпору в силовому гідроциліндрі навісного механізму в процесі виконання технологічних операцій навісною машиною (плуг, культиватор, дискова борона та ін.). Це дозволяє перерозподілити частину ваги з знаряддя на ведучі колеса трактора. Розглянемо роботу такого довантажувача на прикладі трактора МТЗ-80 (рис. 2.9) [13].

Для підтримання надійної роботи гідравлічного довантажувача використовується поршневий гідроаккумулятор 13. Встановлення величини довантаження ведучих коліс здійснюємо за допомогою важеля 8 змінюючи тиск підпору в силовому гідроциліндрі механізму навішування в межах 8,5 – 35 Атм.



а — ГЗВ включений; б — підзарядка гідроаккумулятора, в — ГЗВ виключений; г — замкнуто; д — скидання тиску;

1 — повзун; 2 — запірний клапан; 3 — штовхач; 4 — зворотний клапан; 5 — запобіжний клапан; 6 — золотник;

7 — пружина золотника, 8 маховичок, 9 важіль курування повзуном; 10 — кульковий фіксатор,

11 — корпус гідрозбільшувача, 12 — пружина; 13 — поршень гідроаккумулятора

Рис. 2.9 Гідродовантажувач ведучих коліс трактора МТЗ-80 [13]

Значення даного тиску не викликає підняття машини при цьому опорне колесо ледве спирається на опорну частину ґрунту копіюючи його рельєф. За таких умов практично вся маса навісної машини передається через механізм агрегування на задні ведучі колеса трактора збільшуючи його зчіпну вагу, а відповідно і продуктивність машино тракторного агрегату завдяки зниженню буксування коліс, що являється актуальним для тракторів з колісною формулою 4К2.

Включення основних режимів довантажувача «Включено», «Зарядка», «Виключено», «Закрито», «Зниження тиску» виконується важелем 9. Для включення режиму «Включено» необхідно перемістити золотник розподільника в положення «Піднімання», важелем 9 обираємо позицію ІІІ (рис. 2.9, а) штовхач 3 відкриває запірний клапан 2, що забезпечить розряджання акумулятора 13 витіснення рідини до порожнини Б створюючи підпір поршня в гідроциліндрі. Більша частина ваги від знаряддя передається на трактор. Значення величини підпору задаємо обертаючи маховичок 8 і змінюючи жорсткість пружини 7.

«Зарядка» гідроакумулятора відбувається після запуску двигуна з початком роботи гідравлічного насоса. Важіль 9 знаходиться в позиції ІІІ рідина від насоса під тиском заходить до порожнини В через зворотній клапан 4 надходить до порожнини акумулятора 13 зміщуючи поршень та стискаючи пружину 12 (рис. 2.9, б). Також в цей час робоча рідина за умови відкритого клапану 2 проходить до поршневої порожнини гідроциліндра та створює в ній підпір поршня з штоком. Зарядивши акумулятор робоча рідина перемістить золотник 6 праворуч стиснувши пружину 7 далі робоча рідина через порожнину Д зливається в гідробак. За такої режиму для підпору вистачатиме енергії від гідроакумулятора.

«Виключено». Виключення довантажувача здійснюється переведенням важіля 9 в позицію ІІ (рис. 2.9, в). В цій позиції можна піднімати знаряддя використовуючи важіль керування золотником гідророзподільника для виконання розворотів машино-тракторним агрегатом вкінці заїнок та опускання знаряддя на їх початку.

«Закрито». Даний режим використовується при виконанні переміщення з знаряддям в транспортному положенні на великі відстані. Для вибору даного режиму важіль 9 переводимо в позицію I (рис. 2.9, г). Відбувається переміщення повзуна ліворуч а штовхач 3 потрапляє до його виточки закриваючи запірний клапан. Виток робочої рідини з поршневої порожнини силового гідроциліндра блокується.

«Зниження тиску». Даний режим використовуємо для опускання знаряддя для цього важіль 9 переводимо в позицію IV (рис. 2.9, д). В цьому положення відбувається зміщення повзуна праворуч завдяки чому відкривається клапан 2 а робоча рідина витісняється з поршневої порожнини силового гідроциліндра до гідробака. Дане положення не фіксоване тому за відсутності зусилля на важелі 9 він автоматично повертається в позицію III.

Для прикладу розглянемо ще одне конструктивне рішення для збільшення зчіпної ваги з використанням гідравлічного довантажувача ведучих коліс (рис. 2.10) [14]. Довантаження коліс за даним конструктивним рішенням здійснюється при роботі універсально-просапного трактора в агрегаті з причіпними машинами

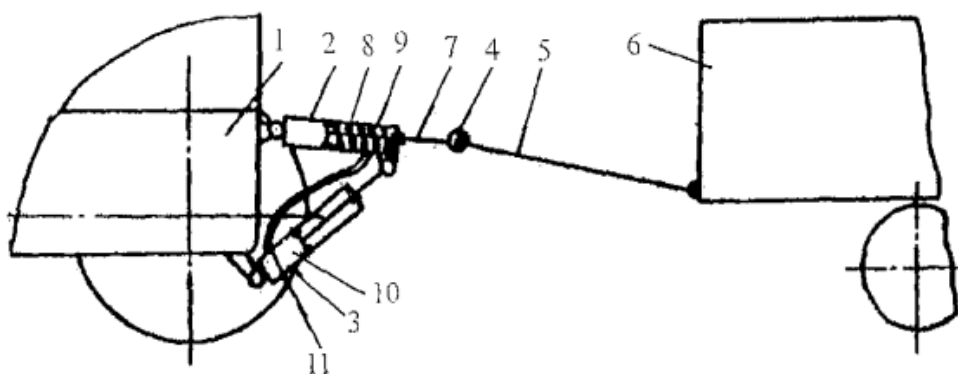


Рис. 2.10. Гідравлічний довантажувач ведучих коліс [14]

- 1 – універсально-просапний трактор; 2 – гідромеханічний циліндр;
3 – гідралічний циліндр; 4 – буксирний пристрій; 5 – тяга причепа (дишло);
6 – причіпне знаряддя; 7 – шток гідромеханічного циліндра; 8 – пружина;
9 – штокова порожнина; 10 – поршнева камера; 11 – магістраль

Робота довантажувача розпочинається з початку руху машино-тракторного агрегату. Поява тягового опору на буксирному пристрої 4 викликає стискання пружини 8 штоком 7 гідромеханічного циліндра 2 при цьому робоча рідина витісняється з поршневої камери гідромеханічного циліндра 7 в поршкову камеру 10 гідроциліндра 3. Така дія робочої рідини витісняє шток гідроциліндра та буксирний пристрій 4 до гори та викликає появу вертикальної складової сили за рахунок якої відбувається довантаження задніх ведучих коліс, що в свою чергу знижує буксування рушіїв та підвищує ефективність роботи машино-тракторного агрегату. До недоліків запропонованого способу можна віднести складність переобладнання механізму при переході від агрегування з начіпними машинами до причіпних і навпаки.

Взагалі використання різного типу довантажувачів дозволяє покращити стійкість техніки на схилах або під час виконання складних маневрів, що є важливим під час роботи на нерівних або незгладжених ділянках землі. Збільшує економію пального завдяки зменшенню буксування колісних рушіїв.

До основних недоліків можна віднести збільшення витрат на обслуговування.

2.4 Висновки

1. Збільшення зчіпної ваги на ведучих колесах трактора є важливим для покращення ефективності роботи техніки в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва. Це дозволяє покращити стабільність роботи машин на різних типах ґрунтів, особливо у складних погодних умовах, а також підвищити тягові зусилля без значного збільшення основної маси машини. Вдосконалення гідравлічної системи, зокрема розробка гідродовантажувача зчіпної ваги, дозволяє досягти цієї мети.

2. В якості об'єкта удосконалення обрано трактор ЮМЗ-8040 модифікації 8040.2, що активно використовується на важких ґрунтообробних роботах в господарстві.

3. В результаті аналізу різні методів підвищення зчеплення рушіїв та зчіпної ваги встановлено, що кожен з цих методів має свої переваги та недоліки. Баластування може зменшити буксування, але погіршує маневреність і може призвести до ущільнення ґрунту. Зміна шин покращує зчеплення та зменшує ущільнення ґрунту, але знижує маневреність. Гусеничний хід знижує тиск на ґрунт і покращує тягу, але збільшує витрати на обслуговування і знижує швидкість руху і тільки використання довантажувачів дозволяє вирішити проблему зниження маневреності. Тому врахувавши конструктивні особливості гідравлічних довантажувачів в наступному розділі буде розроблено гідравлічний довантажувач ведучих коліс трактора ЮМЗ-8040 за рахунок удосконалення його гідравлічної системи.

Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Розробка конструктивної схеми гідравлічного довантажувача ведучих коліс трактора ЮМЗ-8040

Сучасні тенденції в підвищенні ефективності використання енергетичних засобів таких, як трактори виходять новий технічний рівень який дозволяє ще більше використати енергетичну складову наприклад за рахунок удосконалення базових гідравлічних систем для керування положенням механізмів агрегаткування трактора з сільськогосподарськими машинами. Перехід на більш складний технологічний рівень з поєднання можливостей електрики, електроніки з гідравлічною компонентою дозволяє провести удосконалення морально застарілих гідросистем, які до цього часу поширені на тракторах вітчизняного виробництва. Все це викликано жорсткими вимогами, які ставляться до машино-тракторних агрегатів на виконання найбільш важких ґрунтообробних операцій, що вимагають найбільших енергетичних затрат. Конструктивні рішення гідросистем та робочого обладнання сучасних тракторів дозволяють вирішити поставлені задачі для реалізації максимального тягового зусилля шляхом постійного довантаження рушіїв за рахунок перерозподілення ваги навісних машин на систему агрегаткування трактор та його ходову частину. Завдяки використанню насосів змінної витрати, та підвищення робочого тиску системи на сучасних тракторах системи їх керування підбираються найліпші показники гідравлічної системи в залежності від її завантаженості. Особливо це актуально для тракторів з середньою потужністю від 40 до 100 кВт де ефективність завантаження двигуна.

У зв'язку з цим дедалі більшої актуальності набуває модернізація базових гідравлічних систем, які досі є основою управління навісним та причіпним обладнанням. Застарілі гідросистеми, що масово застосовуються на вітчизняних універсально-просапних тракторах ЮМЗ, тощо, не відповідають сучасним

вимогам до точності керування, енергоощадності та динамічної адаптації до змін навантаження.

Потреба в удосконаленні гідросистеми трактора викликана зростанням енергетичних навантажень при виконанні важких технологічних операцій – оранки, глибокого розпушування, культивації. Особливо критичною стає задача забезпечення постійного, керованого контакту між ведучими колесами трактора і поверхнею ґрунту, що забезпечується лише за умови оптимального розподілу ваги в складі агрегату «трактор – знаряддя». Наявність пробуксовки, нестабільність тягового зусилля, зниження ефективності навісної системи – все це зумовлює втрати пального, перевитрати часу та зниження продуктивності.

Виконавши аналіз конструктивних рішень підвищенні зчеплення та тягових показників тракторів врахувавши їх переваги та недоліки вирішити цю проблему на вітчизняних тракторах можливо удосконаленням базової гідравлічної системи трактора ЮМЗ впровадженням електрогідравлічного довантажувача зчпної ваги. На відміну від традиційних механічних або простих гідравлічних систем, електрогідравлічна компонента дає можливість гнучкого й точного керування зусиллям, що передається на ведучі колеса, у режимі реального часу. Поєднання електроніки, сенсорних датчиків навантаження та інтелектуальних алгоритмів керування дозволяє автоматично регулювати ступінь довантаження залежно від стану ґрунту, кута нахилу трактора, швидкості руху, навантаження на навісне обладнання та інших параметрів.

Такі системи можуть працювати в замкнутому контурі, отримуючи сигнали з датчиків навісної системи та гідроциліндра, аналізуючи їх мікропроцесором та адаптуючи тиск у відповідних гідролініях через електрогідравлічні розподільники. За рахунок цього підвищується точність регулювання і забезпечується максимальне тягове зусилля без надмірного пробуксовування. Досягається суттєве зменшення питомої витрати палива на гектар, підвищення терміну служби шин, стабільність робочої глибини та покращення агротехнічних показників обробітку ґрунту.

Особливо перспективною розробка електрогідравлічного довантажувача є для тракторів середнього тягового класу (40–100 кВт), які найбільше задіяні в широкому спектрі сільськогосподарських операцій – від посіву до збирання врожаю. В умовах ресурсної обмеженості аграріїв (високі ціни на паливо, технічне обслуговування, низька якість доріг і полів) оптимізація тягових характеристик трактора – це реальний шлях до підвищення прибутковості фермерського господарства.

Також важливо зазначити, що електрогідравлічні системи мають значний потенціал для інтеграції з технологіями точного землеробства: GPS-навігація, телеметрія, дистанційний моніторинг навантаження та витрат пального.

На рисунку 3.1 приведено конструктивну схему удосконаленої гідравлічної системи трактора ЮМЗ-8040 з розробленим електрогідравлічним довантажувачем зчпної ваги. Замість штатного насоса НШ-32А-3 в системі встановлюємо регульований аксіально-плунжерний насос 2 (Poclain Hydraulics PM30-35) [15] з електричним регулюванням витрати насоса в межах від 0 до 90 л/хв

Керування виконавчими механізмами, а саме основним силовим гідроциліндром 9 навіски, гідродвигунами сільськогосподарських машин здійснюємо за допомогою електронного блоку 6 та електрогідророзподільника 5. В режимі довантаження ведучих коліс додатково на електронний блок надходить інформація з датчика положення навіски 3 та силового датчика 4. Задавши відсоток довантаження ведучих коліс за допомогою панелі керування 7 система автоматично підтримуватиме його за рахунок тиску підпору в поршневій камері силового гідроциліндра 9. Чим більше довантаження ведучих коліс тим менше спирається опорне колесо навісної машини на опорну поверхню тобто частково контактує з нею за такого режиму вага наприклад плуга максимально розподіляється на навіску трактора а відповідно на задні ведучі колеса трактора, при цьому зчеплення покращується знижується буксування та дещо погіршується керування трактором за рахунок розвантаження передніх

напрямних коліс. Що необхідно враховувати в конкретних умовах виконання технологічної операції машино-тракторним агрегатом.

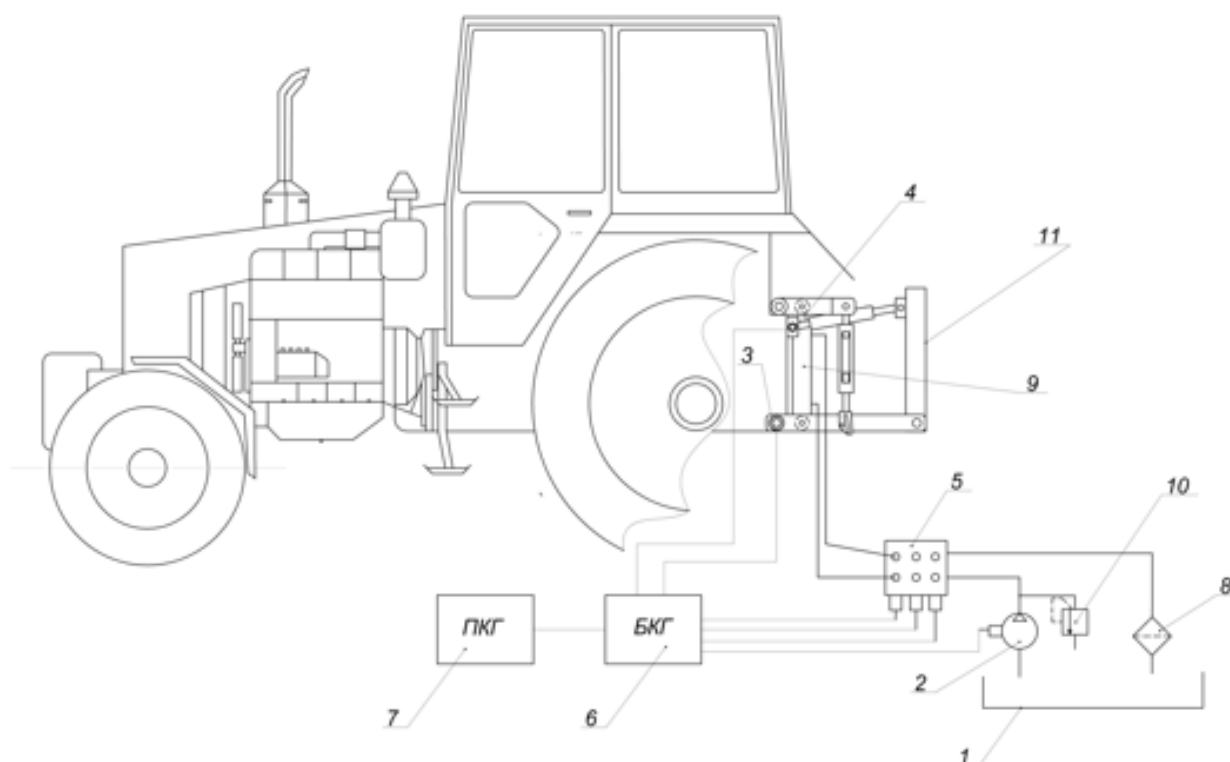


Рис. 3.1. Удосконалена конструктивна схема гідравлічної системи трактора ЮМЗ-8040

1 – бак для робочої рідини; 2 - насос; 3 – датчик положення навісного механізму; 4 – датчик розподілу навантаження; 5 - електрогідравлічний розподільник; 6 – електронний блок керування системою; 7 – панель з органами керування; 8 – зливний фільтр; 9 – силовий гідроциліндр; 10 – запобіжний клапан; 11 – навіска

Додаткове довантаження коліс підвищує експлуатаційні тягові показники трактора використання регульованого насоса дозволяє більш точно налаштовувати роботу навісного механізму на різних режимах підйом, опускання, плаваючий та в випадку гідроприводу робочих органів сільськогосподарських машин (сівалок, розкидачів добрив та ін.) покращуючи продуктивність і зменшуючи витрати палива машино-тракторним агрегатом.

3.2 Розрахунок основних конструктивно-технологічних параметрів удосконаленої гідравлічної системи

Для виконання розрахунків приймемо вихідні дані в таблиці 3.1 та додатку А

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

	Показники	Позн.	Значення
1	Гідралічна система	-	Об'ємна, відкрита
2	Агрегаткування	-	Універсально-просапні трактори тягового класу 1,4
3	Умови роботи	-	Важкі, підвищена запиленість
4	Робочий тиск, МПа	P_p	20
5	Витрата рідини, л/хв	Q_n	50
6	Зусилля на штокові гідроциліндра, Н	F	30000
7	Час піднімання знаряддя гідроциліндром, с	$t_{ш}$	3
8	Частота обертання вала насоса, хв ⁻¹	n_n	1600
9	Довжина магістралі нагнітання, м	l_n	
10	Довжина магістралі всмоктування, м	l_v	
11	Довжина магістралі зливу, м	l_z	

На початку розрахунку складаємо гідравлічну схему удосконаленої системи трактора ЮМЗ-8040 приведена на рис 3.2. Згідно технічного завдання система повинна забезпечити керування навісним механізмом трактора та

виконавчими механізмами встановленими на сільськогосподарських машинах з якими трактор агрегатується

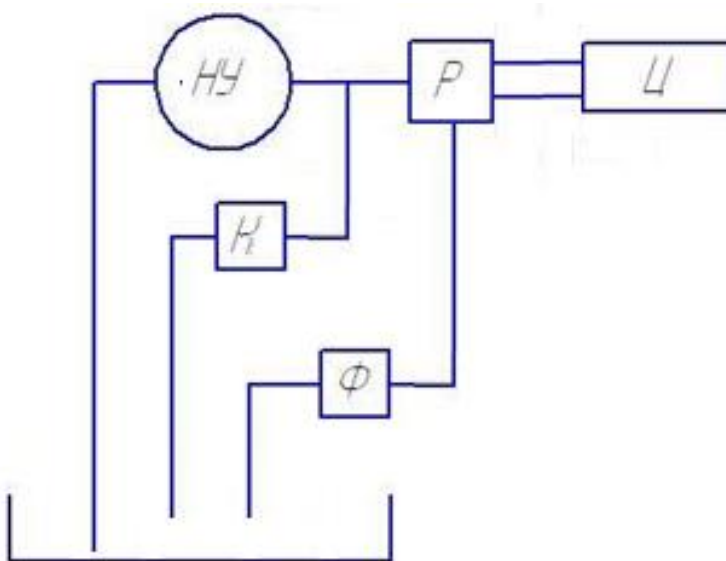


Рис. 3.2. Розрахункова структурна схема удосконаленої гідросистеми трактора ЮМЗ-8040

На структурній схемі подача рідини здійснюється регульованим насосом *НУ* до електрогідророзподільника *Р* і за сигналами з блока керування спрямовується по магістралям до порожнин силового гідроциліндра *Ц*, злив рідини від гідророзподільника відбувається через зливний фільтр *Ф* до гідробака. Після проведеного удосконалення виконаємо уточнений розрахунок основних параметрів та складових гідросистеми використавши вихідні дані наведені в таблиці 3.1. Для розрахунку складових гідросистеми використаємо методики наведені в літературі [16-19].

І розпочнемо з *розрахунку силового гідроциліндра*, а саме врахувавши зусилля на штокові визначимо діаметр гідроциліндра використавши формулу:

$$F_{ш} = P_p \cdot A_n \cdot \eta_n, H. \quad (3.1)$$

де $F_{ш}$ – зусилля на штокові, Н;

A_n – площа поршня, м²;

P_p – робочий тиск гідросистеми, МПа;

η_n – коефіцієнт корисної дії гідроциліндра, приймаємо 0,95.

Виконаємо математичні перетворення рівняння (3.1) щоб визначити площу поршня гідроциліндра :

$$A_n = \frac{F_{ш}}{P_p \cdot \eta_n} = \frac{30000}{20 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2, \quad (3.2)$$

тоді діаметр поршня визначимо за формулою:

$$D_n = \sqrt{\frac{4A_n}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,78 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 0,085 \text{ м або } 85 \text{ мм}. \quad (3.3)$$

Згідно отриманого значення обираємо найближчий гідроциліндр з стандартного ряду ГЦ100х50х200 [20] (рис. 3.3) з діаметром поршня відповідно 100 мм діаметром штока 50 мм і ходом штока $L_{ш} = 200$ мм розрахований на робочий тиск 20 МПа (додаток Б).

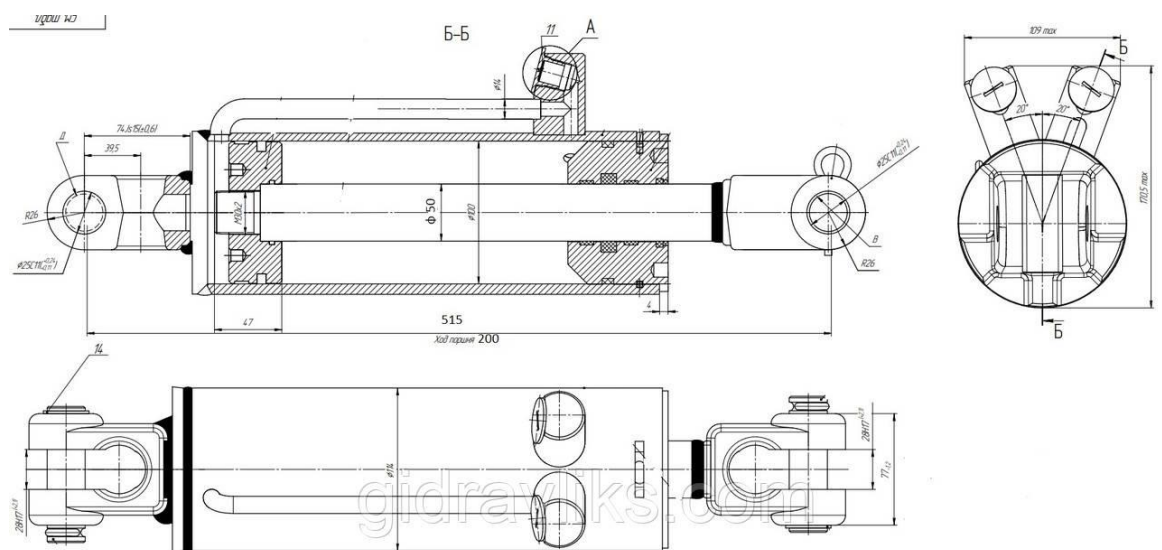


Рис. 3.3. Гідроциліндр ГЦ100х50х200

Визначимо витрату рідини на гідроциліндрі з урахуванням параметрів прийнятого гідроциліндра за формулою:

$$Q_z = \frac{A_n \cdot L_{ш}}{t_{ш}}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (3.4)$$

де $L_{ш}$ – хід штоку, м;

$t_{ш}$ – час руху штока, приймаємо 3 с

Виконаємо уточнений розрахунок площі поршня:

$$A_n = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,0078 \text{ м}^2, \quad (3.5)$$

тоді витрата рідини становитиме:

$$Q_z = \frac{0,0078 \cdot 0,2}{3} = 0,00052 \text{ м}^3 / \text{с} \text{ або } 32 \text{ л / хв}$$

Швидкість штока гідроциліндра визначимо за формулою:

$$v_{ш} = \frac{L_{ш}}{t_{ш}} = \frac{0,2}{3} = 0,066 \text{ м / с} \quad (3.6)$$

Вході проведеного удосконалення гідросистеми робочий тиск системи збільшено з 16 до 20 МПа та обрано аксіально-плунжерний насос РМ30-35 (рис. 3.4) [15] з електричним регулюванням подачі робочої рідини. Основні параметри насоса представлено в таблиці 3.2 (додатку В).



Рис. 3.4. Аксіально-плунжерний насос РМ30-35

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика гідронасоса РМ30-35

Найменування параметра	Позн.	Знач.
Модель	-	РМ30-35
Робочий об'єм	V_p	35 см ³ /оберт
Максимальна подача	Q_{max}	≈ 90 л/хв при 2400 хв-1
Максимальна частота обертання вала насоса	n_{max}	2400 хв-1
Номінальна частота обертання вала насоса	n_n	до 1600 хв-1
Мінімальна частота обертання вала насоса	n_{min}	500 хв ⁻¹
Тиск на виході насоса	P_n	20 МПа
Тиск на вході насоса	P_v	0,5 МПа
Тип керування подачею		Пропорційне електрогідравлічне
Напруга керуючого сигналу		12 В постійного струму
Діапазон робочих температур рідини		від -20 °С до +80 °С
Коефіцієнт корисної дії (загальний)		до 90 %
Напрямок обертання вала		Ліве або праве
Тип привідного вала		Шліцьовий

Визначимо подачу аксіально-плунжерного насоса за формулою:

$$Q_n = \frac{V_p n_n}{60 \cdot 10^6} = \frac{35 \cdot 1600}{60 \cdot 10^6} = 0,00093 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (3.7)$$

або 56 л/хв,

де n_n – частота обертання вала насоса, (згідно табл. 3.1) 1600 хв⁻¹;

V_p – робочий об'єм насоса, (згідно табл. 3.2) 35 см³.

Значення перепаду тиску на насосі визначимо за рівнянням:

$$\Delta P = P_{\text{в}} - P_{\text{г}} = 20 - 0,5 = 19,5 \text{ МПа}, \quad (3.8)$$

де $P_{\text{в}}$ – значення тиску на вході насоса, МПа (згідно табл. 3.2);

$P_{\text{г}}$ – значення тиску на виході насоса, МПа (згідно табл. 3.2).

Необхідний крутний момент на приводі насоса визначимо за виразом:

$$M_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot \Delta P}{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{н}}} = \frac{0,00093 \cdot 19,5 \cdot 10^6}{3,14 \cdot (1600 / 60)} = 108,3 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.9)$$

Гідравлічна потужність, що створює насос визначимо за формулою:

$$N_{\text{н}} = \Delta P \cdot Q_{\text{н}} = 19,5 \cdot 0,00093 = 18,1 \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

Потужність, що витрачається на привід насоса удосконаленої гідросистеми визначимо за формулою:

$$N_{\text{н}} = \frac{\Delta P \cdot Q_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}} = \frac{19,5 \cdot 0,00093}{0,9} = 20,5 \text{ кВт}, \quad (3.11)$$

Отже за результатами проведених розрахунків обраний насос задовольняє поставленим задачам і забезпечує надійну та ефективну подачу робочої рідини.

Вибір електрогідророзподільника

Вибір гідророзподільника з електричним керуванням виконуємо за робочим тиском, режимами роботи та витратою робочої рідини:

- режими роботи- чотири позиційний підняття опускання, вимкнено і плаваючий;
- Витрата рідини – до 80 л/хв;
- Робочий тиск – 20 МПа;

- Напруга живлення котушок – 12 В
- Тип захисту - IP65 повний захист від пилу та води.

Враховавши вихідні дані обираємо гідророзподільник з електричним керуванням моделі Badestnost Z80 (рис. 3.5) [21] із чотирма робочими положеннями (4/4) призначений для керування напрямком потоку робочої рідини у гідросистемах з середнім і високим навантаженням. Пристрій виконано в секційному варіанті, що дає змогу формувати багатосекційні вузли під конкретні задачі.



Рис. 3.5. Чотири позиційний гідророзподільник Badestnost Z80
Управління здійснюється електромагнітним способом, за допомогою соленоїдів постійного струму (12 В або 24 В DC). Кожен соленоїд забезпечений корпусом зі ступенем захисту IP65, що гарантує захищеність від пилу та водяних струменів, що особливо важливо для роботи в умовах відкритого середовища.

Максимальна пропускна здатність становить до 80 л/хв, що дозволяє ефективно керувати потужними гідроциліндрами та гідромоторами. Робочий тиск системи – до 20 МПа.

Конструкція золотника передбачає наявність чотирьох положень: нейтральне, два робочі та плаваюче положення. Це забезпечує універсальність використання в системах, де необхідне вільне обертання чи рух циліндра після завершення робочого циклу.

Гідророзподільник має компактні габарити, зручний у встановленні та обслуговуванні. Може комплектуватися різними типами золотників (для одностороннього, двостороннього керування, з фіксацією або пружинним поверненням), залежно від потреб користувача.

Вибір зливного фільтра

Фільтр обираємо за максимальною пропускною здатністю насоса що становить 100 л/хв. Даним критеріям відповідає фільтр A111T125 Filtrec Фільтр гідравлічний (рис. 3.6) [22] з пропускною здатністю 125 л/хв, та тонкістю фільтрації 25 мкм.



Рис. 3.6. Зливний фільтр

На наступному етапі виконаємо уточнений *розрахунок гідропроводів* прийнявши наступні вихідні дані:

Швидкість потоку рідини по гідропроводам:

- всмоктувальний $v_s = 1,1$ м/с;
- напірний $v_e = 5,9$ м/с;
- зливний $v_z = 1,9$ м/с.

Основним конструктивним показником, який необхідно визначити є внутрішній діаметр трубопроводу.

Значення діаметру всмоктувального гідропроводу знайдемо за формулою:

$$d_{\text{в}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{max}}}{\pi \cdot v_{\text{в}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0015}{3,14 \cdot 1,1}} = 0,0416 \text{ м} \quad (3.12)$$

де Q_{max} – максимальна подача насоса (згідно табл. 3.2) 90 л/хв або 0,0015 м³/с;

$v_{\text{в}}$ – швидкість рідини в всмоктувальному гідропроводі, м/с

Округлимо до цілого та приймемо стандартне значення внутрішнього діаметра гідропровода $d_{\text{в}} = 42$ мм.

Значення діаметру напірного гідропроводу знайдемо за формулою:

$$d_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{max}}}{\pi \cdot v_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0015}{3,14 \cdot 5,9}} = 0,0179 \text{ м} \quad (3.13)$$

де $v_{\text{н}}$ – швидкість рідини в напірному гідропроводі, $v_{\text{н}} = 5,9$ м/с.

Округлимо до цілого та приймемо стандартне значення внутрішнього діаметра гідропровода $d_{\text{н}} = 18$ мм.

Значення діаметру зливного гідропроводу знайдемо за формулою:

$$d_{\text{з}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{max}}}{\pi \cdot v_{\text{з}}}} = \sqrt{\frac{0,0015 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,9}} = 0,0317 \text{ м} \quad (3.14)$$

де $v_{\text{з}}$ – швидкість рідини в зливному гідропроводі, $v_{\text{з}} = 1,9$ м/с.

Округлимо до цілого та приймемо стандартне значення внутрішнього діаметра гідропровода $d_{\text{з}} = 32$ мм.

Проведемо уточнений розрахунок з урахуванням зміни діаметра основних гідропроводів за формулою:

$$v = \frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi d^2}, \text{ м / с} \quad (3.15)$$

Зливний гідропровод:

$$v_z = \frac{4 \cdot 0,0015}{3,14 \cdot 0,032^2} = 1,87 \text{ м / с}$$

Напірний гідропровод:

$$v_n = \frac{4 \cdot 0,0015}{3,14 \cdot 0,018^2} = 5,89 \text{ м / с}$$

Всмоктуючий гідропровод:

$$v_v = \frac{4 \cdot 0,0015}{3,14 \cdot 0,042^2} = 1,08 \text{ м / с}$$

Проведемо розрахунок довантаження ведучих коліс шляхом перерозподілу ваги від сільськогосподарських навісних машин за формулою

3.3 Розрахунок сили довантаження ведучих коліс трактора за рахунок розробленої конструкції довантажувача

Розрахунок виконаємо за методиками наведеними в наступній літературі [23-25]. Розрахунок розпочинаємо прийнявши наступні вихідні дані:

- Маса трактора $m_T=4225$ кг;
- База трактора (відстань між осями) $L=2,45$ м;
- Відстань від задньої осі до центра ваги навішеного знаряддя $a=1,1$ м;
- Маса навісного агрегату $m_H=1000$ кг;
- Прискорення вільного падіння $g=9,81$ м/с²
- Тягове зусилля без довантаження: $F_{\text{баз}}=14$ кН
- Швидкість: $v=7$ км/год= $1,94$ м/с

Значення ваги довантаження визначимо за формулою:

$$G_{\partial} = m_n \cdot g \cdot \frac{L}{a} = 1000 \cdot 9,81 \cdot \frac{2,45}{1,1} = 4404 \text{ Н}, \quad (3.16)$$

Додаткове довантаження еквівалентне встановленим баластам загальною масою 450 кг.

Наступним кроком визначимо вагу трактора:

$$G_m = m_m \cdot g = 4225 \cdot 9,81 = 41438 \text{ Н} \quad (3.17)$$

Приймаємо, що 60% маси трактора приходить на задню (ведучу) вісь:

$$G_{zm} = G_m \cdot 0,6 = 41438 \cdot 0,6 = 24863 \text{ Н} \quad (3.18)$$

Загальне навантаження на ведучі колеса після довантаження:

$$G_{zn} = G_{zm} + G_{\partial} = 24863 + 4404 = 29267 \text{ Н} \quad (3.19)$$

$$F_{\text{макс}} = G_{zn} \cdot \varphi = 29267 \cdot 0,6 = 17560 \text{ Н} = 17,56 \text{ кН} \quad (3.20)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення згідно [21] приймаємо $\varphi=0,6$

Використання проведеного удосконалення з розробкою гідродовантажувача дозволило підвищити тягові показники трактора на 25 %, що дозволить підвищити ефективність виконання технологічного процесу знизивши витрати на паливо. Більш детально економічний ефект буде розглянуто в 5 розділі.

3.4 Розрахунок на міцність штока гідроциліндра

Набільш відповдальним елементом в довантажувачі є шток гідроциліндра на який приходить найбільше навантаження. Розрахунок виконаємо за методиками наведеними в наступній літературі [27]. Для проведення розрахунку на міцність штока приймемо наступні вихідні дані:

- Зусилля довантаження $F=30000$ Н
- Матеріал штока Сталь 45
- Межа текучості $\sigma_{тек}=180$ МПа
- Коефіцієнт запасу міцності $n=1,5$
- Тип навантаження Осеве статичне розтягнення/стискання

Допустиме напруження:

$$\sigma_{дон} = \frac{\sigma_{тек}}{n} = \frac{180}{1,5} = 120 \text{ МПа}. \quad (3.21)$$

Потрібна площа перерізу штока:

$$A = \frac{F}{\sigma_{дон}} = \frac{30000}{120 \cdot 10^6} = 250 \text{ мм}^2. \quad (3.22)$$

Діаметр штока:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d_{ш} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 250}{3,14}} = 17,84 \text{ мм} \quad (3.23)$$

Отже мінімальний діаметр штока повинен бути не менше 18 мм. Обраний гідроциліндр ГЦ100х50х200 з діаметром штока 50 мм забезпечить надійну та тривалу роботу виконавчого пристрою довантажувача.

3.5 Висновки

1. На основі аналізу сучасних підходів до підвищення тягової ефективності тракторів обґрунтовано доцільність використання системи довантаження з можливістю електронного керування зусиллям, що передається на задню вісь машини.

2. Побудовано конструктивну схему удосконаленої гідросистеми, в якій використано регульований аксіально-плунжерний насос РМ30-35 з електричним керуванням подачею. Таке рішення дало змогу підвищити точність регулювання, зменшити витрати палива та покращити агротехнічні показники обробітку ґрунту. Розроблена система також враховує сигнали з датчиків навантаження та положення навісного механізму, що дозволяє забезпечити автоматичне регулювання довантаження в реальному часі.

3. У результаті інженерного розрахунку визначено оптимальні параметри силового гідроциліндра, підібрано електрогіддорозподільник Badestnost Z80 , зливний фільтр Filtrec RHR-120G25B та гідропроводи відповідних діаметрів для всмоктуючої, напірної та зливної магістралей. Встановлено, що внаслідок перерозподілу навантаження від навісного знаряддя на ведучу вісь трактора досягається приріст зчіпної маси на 450 кг, що відповідно забезпечує зростання тягового зусилля на понад 25 %. Це створює умови для зменшення буксування, підвищення стабільності ходу агрегату та зменшення питомих витрат пального.

4. Проведений розрахунок на міцність штока гідроциліндра підтвердив, що обраний циліндр типу ГЦ100х50х200 з діаметром штока 50 мм має достатній запас міцності та здатен витримати робоче навантаження в умовах підвищених експлуатаційних навантажень.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Аналіз стану з охорони праці в господарстві

Забезпечення охорони праці на сільськогосподарських підприємствах є ключовим чинником для стабільної та безпечної діяльності. Господарство, де проводиться модернізація тракторного парку з установленням гідродовантажувача ведучих коліс, зобов'язане приділяти особливу увагу безпеці робіт, пов'язаних із технікою, високим тиском у гідросистемах, а також з динамічними навантаженнями.

Охорона праці в господарстві організована відповідно до чинного законодавства України: Законів України «Про охорону праці», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», Кодексу законів про працю та галузевих стандартів [28, 29].

У структурі господарства функціонує служба охорони праці, яка веде облік, інструктажі, організовує медичні огляди, розробляє посадові інструкції та карти ризиків. Щорічно працівники проходять навчання та перевірку знань з охорони праці. Особливу увагу приділено механізаторам, які працюють із гідравлічними системами та технікою високої потужності.

Серед основних шкідливих і небезпечних чинників, що присутні в господарстві, можна виділити:

- рухомі частини механізмів і ризик травмувань при обслуговуванні техніки;
- висока температура гідравлічної рідини при тривалому навантаженні;
- можливий витік масла, що призводить до падіння працівника або забруднення шкіри;
- шум, вібрації та пил при роботі техніки в полі;

- ризик розриву гідролінії або гідроциліндра через перевантаження або зношення;
- фізичне перенапруження працівників при монтажі/демонтажі вузлів гідросистеми.

У цехах і на відкритих ділянках технічного обслуговування обладнані робочі зони з дотриманням норм безпеки. Передбачено системи вентиляції, належне освітлення, наявність аптечок і засобів пожежогасіння.

Однак аналіз виявив певні проблеми:

- недостатня кількість сучасних ЗІЗ при роботі з гідравлікою (окуляри, рукавиці, фартухи);
- зношеність домкратів і підіймачів, що використовуються для демонтажу обладнання;
- відсутність чіткої інструкції для обслуговування нестандартного вузла гідродовантаження.

Таким чином, господарство в цілому дотримується законодавства у сфері охорони праці, проте потребує цілеспрямованого підвищення рівня культури безпеки, оновлення інструментальної бази та вдосконалення інструктивної документації.

4.2 Заходи по поліпшенню умов праці в господарстві

Підвищення рівня охорони праці можливе за умови впровадження комплексу організаційних, технічних та освітніх заходів, спрямованих на мінімізацію професійних ризиків:

1. Оновлення засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Потрібне забезпечення працівників сучасними рукавицями зі стійкістю до олій, захисними окулярами проти розбризкування гідравлічної рідини, комбінезонами з прогумованим покриттям, а також взуттям із протиковзкою підошвою.

2. Удосконалення місць технічного обслуговування: організація мобільних робочих постів із гідравлічними стояками, світлодіодним освітленням, антиковзким покриттям, знаками безпеки та відеофіксацією для контролю за дотриманням правил.

3. Профілактика перенапруження працівників: запровадження регламентованих перерв, розробка рекомендацій щодо ергономічної організації праці при роботі з навісним обладнанням.

4. Підвищення рівня інформованості: проведення інструктажів зі спеціалізованих тем: «Безпечна робота з гідроциліндрами», «Дії при розгерметизації гідросистеми», «Перша допомога при опіках робочою рдиною».

5. Оновлення та калібрування обладнання: регулярна перевірка тиску в системі, стану гідроліній, стану ущільнень. Введення графіка технічного контролю справності гідронасоса, фільтрів, клапанів.

6. Мотивація дотримання норм охорони праці: впровадження системи бонусів за дотримання правил техніки безпеки, мінімізацію аварій та відповідальне ставлення до інструкцій.



Рис. 4.1. Основні заходи по поліпшенню умов праці в господарстві

Такі заходи забезпечать значне зниження виробничого травматизму, покращення морально-психологічного клімату в колективі та підвищення продуктивності праці.

4.3 Заходи з охорони праці при експлуатації трактора з розробленим гідродовантажувачем ведучих коліс

Використання трактора з гідродовантажувачем передбачає підвищене навантаження на силову установку та ходову частину, а також залучення працівників до обслуговування систем високого тиску. Основні небезпеки – гідроудари, витік олії під тиском, перегрів гідронасоса, механічні травми.

Технічні заходи безпеки:

- встановлення запобіжного клапана в контурі високого тиску;
- оснащення гідроліній термостійким обплетенням;
- використання швидкокороз'ємних з'єднань із автоматичним блокуванням;
- маркування елементів гідросистеми та візуальна індикація тиску.

Вимоги до персоналу:

- доступ до роботи лише за умови проходження навчання;
- обов'язкове дотримання послідовності дій при запуску/зупинці;
- робота з гідравлікою – лише в захисному одязі;
- заборона роботи під піднятим обладнанням без фіксації гідравліки.

Організаційні заходи:

- інструкція з експлуатації довантажувача – на кожному тракторі;
- аварійна кнопка зупинки гідросистеми – у зоні досяжності оператора;
- огляд стану системи – перед кожним виїздом у поле;
- зберігання обладнання лише в технічно справному стані.

Місця обслуговування:

- наявність захисних бар'єрів при підйомі навісного обладнання;
- віддаленість від джерел вогню та нагрівальних приладів;
- вентиляція при внутрішніх роботах у майстернях.

Завдяки цим заходам мінімізується ризик травматизму та забезпечується стабільна робота навіть при підвищених навантаженнях.

4.4 Захист навколишнього середовища при експлуатації трактора з розробленим гідродовантажувачем ведучих коліс

Сучасне сільське господарство неможливе без впровадження екологічно безпечних технологій. Розробка гідродовантажувача дозволяє не лише підвищити прохідність трактора, але й опосередковано знизити шкідливий вплив на навколишнє середовище:

1. **Раціональне використання енергії:** завдяки зниженню буксування коліс та втрат тяги, трактор споживає менше пального на гектар, що зменшує викиди CO₂ та інших продуктів згоряння.
2. **Зменшення ущільнення ґрунту:** покращене зчеплення ведучих коліс дозволяє зменшити потребу в додаткових проходах техніки, що зберігає структуру ґрунту, запобігає деградації та ерозії.
3. **Герметичність гідросистеми:** конструкція довантажувача передбачає використання ущільнень високої якості та гідроліній з підвищеною стійкістю до стирання та пошкоджень, що мінімізує ризик виток масливих матеріалів у ґрунт.
4. **Використання біоолій:** господарство може застосовувати біологічно розкладні гідравлічні рідини, які у разі потрапляння в довкілля не спричиняють тривалого забруднення.
5. **Менший рівень шуму:** оптимізована робота гідросистеми та менш тривале навантаження на трансмісію зменшують загальний рівень шумового забруднення, що важливо для охорони фауни.

6. Управління відходами: усі зняті фільтри, гідролінії та залишки олії утилізуються відповідно до вимог екологічної безпеки – через ліцензованих підрядників або системи збору відпрацьованих технічних рідин.

Отже, впровадження гідродовантажувача сприяє покращенню не лише технічної ефективності, а й екологічної відповідальності агропідприємства.

4.5 Висновки

У результаті аналізу охорони праці та захисту навколишнього середовища при впровадженні трактора з удосконаленою гідросистемою та розробленим гідродовантажувачем ведучих коліс встановлено:

Стан охорони праці у господарстві відповідає чинним нормативам, проте потребує вдосконалення в частині оновлення ЗІЗ та інструктивних матеріалів.

Запропоновано низку заходів щодо покращення умов праці, які мають на меті зниження ризиків травматизму та забезпечення безпеки обслуговування гідравлічних систем.

При експлуатації гідродовантажувача передбачено ряд технічних і організаційних рішень, що гарантують стабільну та безпечну роботу вузла.

Впровадження удосконаленої гідросистеми має позитивний вплив на екологічну ситуацію – зменшення викидів, ущільнення ґрунту, а також покращення утилізації відходів.

Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Економічну ефективність проекту оцінюємо на основі порівняльного аналізу двох варіантів експлуатації техніки з урахуванням впровадження гідродовантажувача ведучих коліс. У першому варіанті розглядається робота базового трактора ЮМЗ-8040 під час оранки з плугом ПЛН-3-35, тоді як у другому — аналізується використання модернізованого трактора ЮМЗ-8040КМ, оснащеного гідродовантажувачем, у агрегаті з плугом ПЛН-5-35. Розрахунки виконано за загальноприйнятою методикою [30], а вихідні дані наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані

№	Показник	Позн.	Варіант	
			Базовий ЮМЗ-8040+ ПЛН-3-35	Проектний ЮМЗ-8040У+ ПЛН-3-35
1	2	3	4	5
1.	Технологічна операція	-	Основний обробіток грунту (оранка)	Основний обробіток грунту (оранка)
2.	Навантаження на машино-тракторний агрегат, га/рік	S	78	78
3.	Продуктивність агрегату для основного обробітку ґрунту, га/год	W_2	0,518	0,64
4.	Експлуатаційні витрати пального, кг/га	Hn	19,8	17,4
5.	Тривалість зміни, год	$\cdot T_{зм}$	10	10

продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
6.	Робоча швидкість, км/год	V	5,8	7,2
7.	Вартість палива, грн/кг	$Ц_n$	51,5	51,5
8.	Необхідна кількість робітників, чол.	N	1	1
9.	Вартість машинотракторного агрегату, грн	B	794500	840350
10	Інвестиції в проведені удосконалення (капітальні витрати), грн	K	-	45850
11	Тарифна ставка одного працівника, грн	C_z	120	110

5.1 Розрахунок техніко-економічних показників проекту

Розрахунок продуктивності проектного варіанту [30]:

Продуктивність агрегату ЮМЗ-8040У +ПЛН-3-35 за робочу зміну:

$$W_{зм} = W_z \cdot T_{зм} = 0,64 \cdot 10 = 6,4 \text{ га/зміну.} \quad (5.1)$$

де W_z – годинна продуктивність, га/год;

$T_{зм}$ – час зміни, 10 год.

Річний наробіток агрегату ЮМЗ-8040У+ПЛН-3-35:

$$H_p = S / W_z = 78 / 0,64 = 121 \text{ год/рік.} \quad (5.2)$$

Де S - навантаження на машино-тракторний агрегат, 78 га

Розрахунок експлуатаційних витрат

Оплата праці:

$$\Phi_{zn} = N \cdot C_z \cdot T_{zm} = 1 \cdot 110 \cdot 10 = 1100 \text{ грн/зміну} \quad (5.3)$$

де N – кількість працівників, $N=1$,

C_z – тарифна ставка одного працівника, 110 грн/год

З урахуванням нарахувань (25%):

$$B_{on} = (\Phi_{zn} + 0,25 \cdot \Phi_{zn}) / W_{zm} = (1100 + 275) / 6,4 = 214,84 \text{ грн/га} \quad (5.4)$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = (B \cdot H) / S \quad (5.5)$$

де: B – балансова вартість машини, грн (840350 грн);

H – річна норма амортизації (0,12);

S – навантаження на машино-тракторний агрегат, 78 га;

$$A = (840350 \cdot 0,12) / 78 = 1292,84 \text{ грн/га.}$$

Загальні витрати на пальне:

$$E_n = H_n \cdot C_n \quad (5.6)$$

де: H_n – експлуатаційні витрати пального, кг/га ;

C_n – ціна за 1 кг пального, грн/кг.

$$E_n = 17,4 \cdot 51,5 = 896,1 \text{ грн/га.}$$

Поточний ремонт:

$$P_r = (B \cdot 0,10) / S = (840350 \cdot 0,10) / 78 = 1077 \text{ грн/га.} \quad (5.7)$$

Інші витрати (5%):

$$I = (B \cdot 0,05) / S = (840350 \cdot 0,05) / 78 = 539 \text{ грн/га.} \quad (5.8)$$

Загальні експлуатаційні витрати на гектар

Проектний:

$$C_{np} = B_{on} + A + E_n + P_p + I \quad (5.9)$$

$$C_{np} = 214,84 + 1292,84 + 896,1 + 1077 + 539 = 4019,78 \text{ грн/га.}$$

Базовий:

$$C_{бпр} = 289,58 + 1222,31 + 1019,70 + 1018,59 + 509,29 = 4059,47 \text{ грн/га}$$

Загальні витрати на всю площу:

$$C_{з.пр} = C_{np} \cdot S$$

Проектний :

$$C_{з.пр} = 4019,78 \cdot 78 = 313\,542,84 \text{ грн}$$

Базовий

$$C_{бз.пр} = 4059,47 \cdot 78 = 316\,638,66 \text{ грн}$$

Розрахунок економічної ефективності проекту

Економічну ефективність проекту визначимо з урахуванням приросту урожайності за рахунок використання гідродовантажувача ведучих коліс який зменшує буксування, забезпечує стале заглиблення робочих органів і якісніший обробіток ґрунту. Що особливо актуально під час оранки, культивації та інших операцій, де потрібне значне тягове зусилля та дотримання необхідних швидкісних режимів. Розрахунки ефективності виконаємо врахувавши приріст врожайності на вирощуванні кукурудзи на 5 %.

Тоді додатковий прибуток визначимо за формулою:

$$П = \Delta У \cdot Ц \quad (5.10)$$

де: ΔY – приріст урожайності, т/га (0,2 т/га);

C – ціна за 1 т продукції, грн (7000 грн).

$$П = 0,2 \cdot 7000 = 1400 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект:

$$E = (П + C_{п.пр} - C_{б.пр}), \text{ грн.} \quad (5.11)$$

$$E = 78 \cdot (1400 + 4059,47 - 4019,78) = 112295,82 \text{ грн.}$$

Термін окупності проекту

$$T = I / E = 45850 / 112295,82 = 0,4 \text{ року (5 міс).} \quad (5.12)$$

де K – капіталовкладення, грн

Результати порівняльного розрахунку для двох варіантів представлено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.1 – Економічні показники проекту

Показник	Один.	Базовий варіант	Проектний варіант	Різниця (проект - базовий)
1	2	3	4	5
Машино-тракторний агрегат	-	ЮМЗ-8040 + ПЛН-3-35	ЮМЗ-8040У + ПЛН-3-35	-
Агротехнічна операція	-	оранка	оранка	-
Площа обробки	га	78	78	0
Балансова вартість агрегату	грн	794500	840350	45850
Витрати пального	кг/га	19,8	17,4	-2,4

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
Ціна пального	грн/кг	51,5	51,5	0
Вартість пального	грн/га	1019,70	896,10	-123,6
Оплата праці з нарах.	грн/га	289,58	214,84	-74,74
Амортизація	грн/га	1222,31	1292,84	70,53
Поточний ремонт	грн/га	1018,59	1077,00	58,41
Інші витрати	грн/га	509,29	539,00	29,71
Загальні витрати	грн/га	4059,47	4019,78	-39,69
Приріст урожайності	т/га	0	0,2	+0,2
Річний економічний ефект з гектара/загальний	грн/га	1439,18		
	грн	112295,82		
Капітальні витрати	грн	45850		
Термін окупності	років	0,4		

5.2 Висновки

Отже проведене удосконалення гідросистеми трактора з розробкою гідродовантажувача ведучих коліс трактор ЮМЗ-8040 дозволило досягти відчутного зменшення витрат пального (на 2,4 кг/га), зменшити загальні експлуатаційні витрати на гектар, а також підвищити продуктивність агрегату. У результаті цього було отримано економічний ефект у розмірі понад 112 тис. грн на рік при обробці 78 га. Додатковий прибуток формується як завдяки зниженню витрат, так і за рахунок приросту урожайності кукурудзи на 0,2 т/га. Термін окупності проекту становить лише 0,4 року (≈ 5 місяців), що свідчить про високу ефективність та доцільність технічного удосконалення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено підвищення ефективності використання універсально-просапних тракторів ЮМЗ-8040 шляхом удосконалення гідравлічної системи розробкою гідравлічного довантажувача ведучих коліс, що дозволяє підвищити ефективність його використання в умовах сучасного сільського господарства.

Проведено аналіз господарської діяльності ПП «Агровест-Україна», де виявлено високий рівень механізації технологічних процесів, але й водночас зафіксовано обмеження в тягових можливостях вітчизняних тракторів, зокрема моделей ЮМЗ-8040.

2. Наведено техніко-технологічне обґрунтування доцільності підвищення зчіпної ваги тракторів. Після аналізу альтернативних способів довантаження було обґрунтовано переваги гідравлічного довантажувача з можливістю регулювання тиску у силовому циліндрі. Удосконалення дозволяє зменшити буксування, підвищити ефективність використання енергетичних ресурсів і зменшити ущільнення ґрунту.

3. Розроблено конструктивну схему гідродовантажувача, проведено розрахунок на міцність гідроліній та визначено робочі параметри гідросистеми. Показано, що конструкція забезпечує стабільне довантаження без надлишкового збільшення маси агрегату.

4. Розглянуто аспекти охорони праці при експлуатації модернізованого трактора. Запропоновано заходи щодо мінімізації ризиків при роботі з гідравлічною системою та обґрунтовано переваги покращення умов праці оператора, зокрема через зниження вібраційного та шумового навантаження.

5. Встановлено, що впровадження гідродовантажувача дозволяє зменшити витрати пального на 2,4 кг/га (на 123,6 грн/га), знизити загальні експлуатаційні витрати на гектар на 39,69 грн, а також підвищити урожайність кукурудзи на 0,2 т/га. Річний економічний ефект склав 112 295,82 грн на площі 78 га, а термін окупності проекту 0,4 року (≈ 5 місяців), що свідчить про високу доцільність технічного рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kurskoy, V. S., Zamoyskiy, S. M., Bilyuk, Y. M., Gerasymenko, V. O., & Pernykoza, A. V. (2022). INFLUENCE OF RUNNING SYSTEMS ON SOIL COMPACTION. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (1(47), 16-19. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.1.3>
2. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів.-К.: Урожай, 1994. -224 с.
3. Ружицький М. А., Рябець В. І., Кіяшко В. М. Експлуатація машин і обладнання : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.
4. Звіт господарства ПП «Агровест-Україна» за 2022-2024 рік
5. Технічна характеристика трактора ЮМЗ-8040. <https://yuzhmash.com> › traktorne-virobnitstvo
6. Технічна характеристика двигуна Д-243. <https://traktorok.com.ua/dvigatel-mtz-d243/>
7. О. О. Налобіна, М. В. Голотюк, О. З. Бундза, Д. Л. Серілко, В. С. Гавриш. Дослідження експлуатаційних властивостей машин і обладнання. Практикум : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУБГП, 2023. – 414 с. ISBN 978-966-327-562-8
8. Трактори серії MASSEY FERGUSON 7700. <https://mineteh.com.ua/massey-ferguson-7700>
9. Лебедєв С. Агроєкологічна безпека сільськогосподарських тракторів на поворотній смузі. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 26(40) с. 83-91. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26\(40\)-7](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26(40)-7)
10. Ясенецький В. Т. До питання ущільнення ґрунту рушіями мобільної сільськогосподарської техніки. Техніка і технології АПК. 2012. №3. С. 33–36.

11. Напівгусеничний рушій збільшує тягове зусилля трактора на 60%. <https://agrotimes.ua/tehnika/napivgusenychnyj-rushij-zbilshuye-tyagove-zusylyya-traktora-na-60/>

12. Механічний довантажувач ведучих коліс. <https://budova-traktoriv.com.ua/gzv.html>

13. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Гідропривод сільськогосподарської техніки» для студентів інженерно-технологічного факультету очної та заочної форми навчання за спеціальністю 208 – «Агроінженерія», ДДАЕУ, 2020. – 56 с.

14. Ворохобін А.В. Підвищення ефективності використання тракторно-транспортного агрегату при коригуванні вертикальних навантажень на колеса: дис. канд. техн. наук: 05.20.01. – 2007, с. 172

15. Аксиально-поршневий насос РМ30-35. <https://poclain.com/products/hydraulic-pumps/axial-piston-hydraulic-pumps/pm30-axial-piston-pumps-30-35-cm3-rev-max/pm30-35-axial-piston-35-heavy-duty-pump>

16. С.М. Петренко. Розрахунок гідроприводу. Методичний посібник. - Мінськ. БНТУ, 2011. - 98 с.

17. Дідур В.А., Савченко О.Д., Пастушенко С.І., Мовчан С.І. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. Запоріжжя: Прем'єр, 2005. -464 с.іл.

18. О.М. Погорілець. Гідропривід сільськогосподарської техніки. К: Вища освіта, 2004. – 368 с.

19. Технічна гідромеханіка. Гідравліка та гідропривод: Підручник / В.О.Федорець, М.Н. Педченко, О.О. Федорець та ін.; За ред. В.О. Федорця. – Житомир, ЖІТІ, 1998. – 412 с.

20. Ковалевський, В.Ф. Довідник з гідроприводів / Ковалевський В.Ф., Желєзняков Н.Т., Бейлін Ю.І. – К.: Надра, 1993. - 504 с.

21. Гідророзподільники з електрокеруванням. <https://hydrostandart.prom.ua/ua/g11988220-gidroraspredeliteli->

elektroupravleniem<https://hydrostandart.prom.ua/ua/g11988220-gidroraspredeliteli-elektroupravleniem>

22. A111T125 Filtrec Фільтр гідравлічний. https://tehno-parts.com.ua/a111t125-filtrec-filtr-gidravlicheskii?srsId=AfmBOOpUHQ9Ra8wtc5zg3tkKyR6l_KFZpGn9Z188xguVjlomsyogNcW

23. Охмат П.К., Мельниченко В.І. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля: Курс лекцій. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2013. 340 с.

24. 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.

25. Теслюк Г.В., Охмат П.К., Мельниченко В.І., Бойко В.Б., Лепеть Є.І. Методичний посібник для виконання практичних робіт з дисципліни «Трактори і автомобілі». Дніпро: ДДАЕУ, кафедра «Тракторів і автомобілів», 2022. 49 с.

26. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування / А.О. Іванов. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2003. – 250 с.

27. Теоретична механіка / В. М. Булгаков, В. В. Яременко, О. М. Черниш, М. Г. Березовий. – К. : «Центр учбової літератури», 2017. – 640 с.

28. «Закон України «Про охорону праці». Закон введено в дію з дня опублікування – 24.11.1992 року N 2695-XII)»

29. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

30. Сичова М.О. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню диплом-них проектів для студентів факультету механізації сільського господарства, які захищають диплом на кафедрі тракторів і автомобілів [Текст] / Дніпр, держ. агр. ун-т.; уклад. М.О. Сичова, Н.О Шевченко. - Дніпропетровськ: ДДАУ, 2008. -24 с.

Додатки

Додаток А
Вихідні дані для розрахунку

	Показники	Позн.	Значення
1	Гідралічна система	-	Об'ємна, відкрита
2	Агрегаткування	-	Універсально- просапні трактори тягового класу 1,4
3	Умови роботи	-	Важкі, підвищена запиленість
4	Робочий тиск, МПа	P_p	20
5	Витрата рідини, л/хв	Q_n	50
6	Зусилля на штокові гідроциліндра, Н	F	30000
7	Час піднімання знаряддя гідроциліндром, с	$t_{ш}$	3
8	Частота обертання вала насоса, хв^{-1}	n_n	1600
9	Довжина магістралі нагнітання, м	l_n	
10	Довжина магістралі всмоктування, м	l_b	
11	Довжина магістралі зливу, м	l_z	

Додаток Б

Характеристика гідроциліндра ГЦ100х50х200

Країна Виробник	Україна
Бренд	Gidravliks
Діаметр Поршня в мм	100 мм
Хід штоку S в мм	200 мм
Діаметр штоку в мм	50 мм
Лінійний розмір по центрам пальців L	515 мм
Стан	Нове
Різьба на Гідравліку	M20x1.5
Діаметр кріпильного елементу	25 мм
Зусилля на штоці тягнуче	6020 Kг
Зусилля на штоці штовхаюче	8038 Kг
Максимальний тиск	20
Робочий тиск	16
Гарантийний срок	12
Модифікація	Цс 100 Нового Зразку

Загальний вигляд



Додаток В

Технічна характеристика гідронасоса РМ30-35

Найменування параметра	Позн.	Знач.
Модель	-	РМ30-35
Робочий об'єм	V_p	35 см ³ /оберт
Максимальна подача	Q_{max}	≈ 90 л/хв при 2400 хв-1
Максимальна частота обертання вала насоса	n_{max}	2400 хв-1
Номінальна частота обертання вала насоса	n_n	до 1600 хв-1
Мінімальна частота обертання вала насоса	n_{min}	500 хв ⁻¹
Тиск на виході насоса	P_n	20 МПа
Тиск на вході насоса	P_v	0,5 МПа
Тип керування подачею		Пропорційне електрогідравлічне
Напруга керуючого сигналу		12 В постійного струму
Діапазон робочих температур рідини		від -20 °С до +80 °С
Коефіцієнт корисної дії (загальний)		до 90 %
Напрямок обертання вала		Ліве або праве
Тип привідного вала		Шліцьовий