

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

Гарманчук Руслан Сергійович

УДК 631.3:629.114.2:629.3.027.2

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Організація технічного сервісу МТП у проєктному
аграрному підприємстві з модернізацією пристрою для
монтажу коліс**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело _____ Гарманчук Р.С.

Керівник роботи
Куликівський В.Л.
кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Гарманчук Руслан Сергійович. Організація технічного сервісу МТП у проєктному аграрному підприємстві з модернізацією пристрою для монтажу коліс. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності ремонтно-обслуговуючих робіт у сільськогосподарському підприємстві. У роботі розглянуто організацію технічного сервісу машинно-тракторного парку проєктного господарства площею 2500 га, розташованого в зоні Лісостепу Житомирської області, визначено склад техніки та виконано розрахунок параметрів машинно-ремонтної майстерні. Проаналізовано технологічний процес зняття та встановлення коліс сільськогосподарської техніки, встановлено його трудомісткість, небезпечність і потребу в механізації. Основними проблемами є значна маса коліс, складність їх центрування, ризик зміщення або падіння, а також можливість пошкодження кріпильних елементів. У конструктивній частині запропоновано модернізацію пристрою для монтажу і демонтажу коліс, що дозволяє зменшити фізичні зусилля працівників, підвищити точність встановлення колеса, скоротити час виконання операцій і покращити умови праці. У роботі також розглянуто питання охорони праці під час виконання ремонтних операцій із колесами великогабаритної техніки, визначено небезпечні виробничі фактори та запропоновано заходи безпеки. У техніко-економічному розділі обґрунтовано ефективність впровадження модернізованого пристрою, розраховано економічний ефект, строк окупності та рентабельність. Практичне значення роботи полягає у можливості використання запропонованих рішень у ремонтній майстерні аграрного підприємства для підвищення продуктивності, безпеки та якості технічного сервісу машинно-тракторного парку.

Ключові слова: машинно-тракторний парк, технічний сервіс, ремонтна майстерня, сільськогосподарська техніка, зняття коліс, встановлення коліс, модернізація пристрою.

ANNOTATION

Ruslan Serhiyovych Harmanchuk. Organisation of technical maintenance for the MTP at a pilot agricultural enterprise, including the modernisation of the wheel-fitting machine. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

This thesis is devoted to improving the efficiency of repair and maintenance work at an agricultural enterprise. The thesis examines the organisation of technical servicing for the machinery and tractor fleet of a model farm covering an area of 2,500 hectares, located in the Forest-Steppe zone of Zhytomyr Oblast; it identifies the composition of the machinery and calculates the parameters of the machinery repair workshop. The technological process of removing and fitting wheels on agricultural machinery has been analysed, and its labour intensity, hazards and need for mechanisation have been established. The main problems are the significant weight of the wheels, the difficulty of centring them, the risk of displacement or falling, and the possibility of damage to the fasteners. In the design section, a modernisation of the wheel fitting and removal device is proposed, which reduces the physical effort required of workers, improves the accuracy of wheel fitting, shortens the time taken to carry out operations and improves working conditions. The paper also examines occupational health and safety issues during repair operations on the wheels of large-scale machinery, identifies hazardous production factors and proposes safety measures. The technical and economic section justifies the effectiveness of implementing the modernised device and calculates the economic benefit, payback period and rate of return. The practical significance of this work lies in the possibility of applying the proposed solutions in the repair workshop of an agricultural enterprise to improve productivity, safety and the quality of technical servicing for the machinery and tractor fleet.

Keywords: machinery and tractor fleet, technical servicing, repair workshop, agricultural machinery, wheel removal, wheel fitting, modernisation of the device.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МАШИННО-РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	9
1.1. Вихідні дані та виробничі умови проектного підприємства.....	9
1.2. Підбір сучасної техніки для проектного підприємства.....	10
1.3. Методика визначення обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт.....	11
1.4. Розрахунок ремонтно-обслуговуючих робіт для тракторів.....	13
1.5. Розрахунок робіт для комбайнів, автомобілів і навантажувача.....	13
1.6. Розрахунок трудомісткості робіт для сільськогосподарських машин і знарядь.....	14
1.7. Загальна трудомісткість і параметри машинно-ремонтної майстерні.....	15
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА.....	19
2.1. Несправності шин та їх причини.....	19
2.2. Огляд конструкцій пристроїв для встановлення, зняття та транспортування коліс.....	24
2.3. Опис запропонованого пристрою.....	29
2.4. Розрахунки міцності.....	31
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	34
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	35
3.3 Вимоги безпеки до модернізованого пристрою.....	37
3.4 Розрахунок штучного освітлення робочого поста.....	37
3.5 Розрахунок вентиляції та санітарно-гігієнічні вимоги.....	38
3.6 Пожежна безпека та дії в аварійних ситуаціях.....	39
Висновки по розділу.....	39
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	41
4.1. Мета та вихідні умови техніко-економічної оцінки.....	41

4.2. Визначення капітальних вкладень у модернізацію пристрою.....	42
4.3. Розрахунок зміни трудомісткості робіт.....	43
4.4. Розрахунок економії заробітної плати та експлуатаційних витрат.....	44
4.5. Визначення річного економічного ефекту, строку окупності та рентабельності.....	45
4.6. Вплив проектного рішення на організацію технічного сервісу МТП.....	46
Висновки до розділу.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується широким використанням енергонасиченої, високопродуктивної та складної за конструкцією техніки. Ефективність роботи аграрного підприємства значною мірою залежить від технічного стану машинно-тракторного парку, своєчасності проведення технічного обслуговування, поточного ремонту та усунення несправностей. Особливо важливого значення набуває правильна організація технічного сервісу в умовах інтенсивного використання тракторів, комбайнів, автомобілів, причіпної та навісної техніки протягом обмежених агротехнічних строків.

У господарствах, що мають значні площі сільськогосподарських угідь, зокрема 2500 га в зоні Лісостепу Житомирської області, машинно-тракторний парк працює з високим річним навантаженням. У період виконання основних польових робіт навіть короточасний простій техніки може призвести до порушення технологічних строків, зниження продуктивності праці та збільшення експлуатаційних витрат. Тому важливим завданням є створення ефективної системи технічного сервісу, яка забезпечує підтримання машин у працездатному стані та швидке виконання ремонтно-обслуговуючих операцій.

Одним із трудомістких і небезпечних видів робіт у ремонтній майстерні є зняття та встановлення коліс сільськогосподарської техніки. Колеса сучасних тракторів, комбайнів, причепів і самохідних машин мають значну масу та габаритні розміри, що ускладнює їх демонтаж, переміщення, центрування та встановлення на маточину. Виконання таких операцій вручну або з використанням простих допоміжних засобів супроводжується підвищенням фізичним навантаженням на працівників, ризиком травмування, пошкодженням різьбових з'єднань і збільшенням тривалості ремонтних робіт.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає в необхідності підвищення ефективності організації технічного сервісу машинно-тракторного парку шляхом удосконалення засобів механізації ремонтних операцій.

Модернізація пристрою для зняття та встановлення коліс дозволяє скоротити трудомісткість робіт, зменшити фізичне навантаження на ремонтний персонал, підвищити безпеку праці та знизити тривалість простою техніки під час технічного обслуговування і ремонту.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності технічного сервісу машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства шляхом модернізації пристрою для зняття та встановлення коліс.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

Підібрати склад сучасного машинно-тракторного парку для проєктного сільськогосподарського підприємства площею 2500 га.

Розрахувати обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт і трудомісткість їх виконання в машинно-ремонтній майстерні.

Проаналізувати технологічний процес зняття та встановлення коліс сільськогосподарської техніки.

Визначити недоліки існуючих способів виконання монтажних-демонтажних операцій.

Обґрунтувати конструктивне рішення щодо модернізації пристрою для зняття та встановлення коліс.

Розробити заходи з охорони праці під час виконання робіт у ремонтній майстерні.

Виконати техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованого пристрою.

Об'єктом дослідження є процес організації технічного сервісу машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства.

Предметом дослідження є технологічний процес зняття та встановлення коліс сільськогосподарської техніки та засоби його механізації.

Методи дослідження включають аналіз умов експлуатації машинно-тракторного парку, розрахунок обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт, визначення трудомісткості технічного сервісу, порівняння способів виконання

монтажно-демонтажних операцій, конструктивний аналіз пристрою, розрахунок показників охорони праці та економічної ефективності.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Куликівський В.Л., Гарманчук Р.С., Стеблецький Н.Ю., Хоменко С.М., Сторожинський І.І. Оптимізація сервісного обслуговування агротехніки з урахуванням сезонного навантаження. Збірник тез XII Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». 29 квітня 2026 року. Житомир. Видавничий центр ЖАТФК. 2026. С. 106-107.

2. Куликівський В. Л., Белявський Р. С., **Гарманчук Р. С.**, Зелінський А.В. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 119-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 19-20 лют. 2026 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2026. Особливості зношування шин сільськогосподарської техніки. С. 448-451.

Практичне значення Практичне значення роботи полягає в тому, що запропонована модернізація пристрою для зняття та встановлення коліс може бути використана в ремонтній майстерні сільськогосподарського підприємства для підвищення продуктивності праці, покращення умов роботи слюсарів-ремонтників, зменшення простою техніки та підвищення рівня безпеки під час виконання ремонтних операцій.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновку та списку використаних джерел з 35 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 64 сторінки комп'ютерного тексту, містить 14 рисунків, 15 таблиць та 3 додатки.

РОЗДІЛ 1

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МАШИННО-РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Вихідні дані та виробничі умови проектного підприємства

Проектне сільськогосподарське підприємство розміщене у зоні Лісостепу Житомирської області та має площу ріллі 2500 га. Для цієї зони характерне поєднання зернових, олійних і зернобобових культур, а також потреба у своєчасному виконанні основної обробки ґрунту, посіву, догляду за посівами та збирання врожаю у стислі агротехнічні строки. Тому машинно-тракторний парк повинен бути достатньо потужним для виконання енергоємних операцій, але водночас універсальним, щоб техніка могла працювати протягом більшої частини року.

Для розрахунку параметрів машинно-ремонтної майстерні прийнято виробничу структуру, яка відповідає типовому зерно-олійно-зернобобовому напрямку господарства Лісостепу. У структурі посівів передбачено культури з різними строками сівби та збирання, що забезпечує більш рівномірне використання техніки і формує потребу у плановому технічному сервісі протягом року.

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ проектного підприємства

Культура	Площа, га	Частка, %	Особливості впливу на МТП
Озима пшениця	650	26,0	зернова група, основне навантаження на комбайни
Кукурудза на зерно	500	20,0	високе тягове навантаження, окрема жатка
Соя	450	18,0	раннє збирання, потреба у гнучкому графіку сервісу
Озимий ріпак	250	10,0	раннє збирання, підвищені вимоги до налаштування жаток
Ярий ячмінь	250	10,0	зернова група
Соняшник	250	10,0	потреба у спеціалізованій жатці
Кормові культури та багаторічні трави	150	6,0	завантаження універсальних тракторів і причепів
Разом	2500	100,0	-

За наведеної структури господарство має істотне навантаження на трактори середнього і високого тягового класу, зернозбиральні комбайни, посівні комплекси, обприскувач, розкидачі добрив, транспортні засоби та

причіпну техніку. Саме ці групи машин формують основний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт у машинно-ремонтній майстерні.

1.2. Підбір сучасної техніки для проектного підприємства

Підбір машинно-тракторного парку виконано з урахуванням площі 2500 га, природно-виробничих умов Лісостепу, сучасних вимог до продуктивності й точності робіт, наявності систем супутникової навігації, ISOBUS-керування, електронної діагностики та можливості оперативного сервісного обслуговування. До складу парку включено техніку, яка застосовується у великих і середніх агропідприємствах та дозволяє виконувати технологічні операції без надмірного дублювання машин.

Для важкого обробітку ґрунту та агрегування з широкозахватними машинами прийнято трактор John Deere 8R 410 потужністю 410 к.с. Для посіву, культивування, внесення добрив і транспортних операцій прийнято два трактори John Deere 6R 215. Для доглядових, допоміжних та середньоенергоємних робіт передбачено два трактори John Deere 6M 155 і один John Deere 6M 125. Збирання врожаю забезпечують два комбайни John Deere S7 700, що дає можливість виконати збирання зернової групи у нормативні строки та зменшити ризик простоїв у піковий період.

Вибір причіпних і навісних машин орієнтовано на ширину захвату 6 м для основних посівних і ґрунтообробних агрегатів. Така ширина є раціональною для полів Лісостепу Житомирської області, де важливо поєднати продуктивність, маневровість, допустиме ущільнення ґрунту і можливість переміщення між полями дорогами місцевого значення.

Прийнятий склад МТП формує підвищену частку робіт із колесами, шинами та маточинами, оскільки парк включає трактори різних класів, комбайни, причепа, автомобілі, обприскувач і телескопічний навантажувач. Це обґрунтовує подальшу модернізацію пристрою для зняття та встановлення коліс, адже значна маса коліс сучасних тракторів і комбайнів ускладнює

виконання шиномонтажних операцій вручну, підвищує тривалість простоїв і створює додаткові ризики для працівників.

Таблиця 1.2 – Проектний склад МТП

Група машин	Марка, модель	Кількість	Основна характеристика	Призначення у господарстві
Енергетичні засоби	John Deere 8R 410	1	410 к.с.; важкий тяговий клас	оранка, глибокий обробіток, важкі ґрунтообробні агрегати
Енергетичні засоби	John Deere 6R 215	2	215 к.с.; універсальний середній клас	посів, культивування, транспорт, внесення добрив
Енергетичні засоби	John Deere 6M 155	2	155 к.с.; універсальний трактор	доглядові роботи, навантаження, агрегування з обприскувачем
Енергетичні засоби	John Deere 6M 125	1	125 к.с.; маневровий трактор	внутрішньогосподарські роботи, причепи, допоміжні операції
Збиральна техніка	John Deere S7 700	2	зерновий комбайн; бункер 10,6 м³	збирання зернових, сої, ріпаку, кукурудзи і соняшнику з відповідними жатками
Вантажно-розвантажувальні засоби	Manitou MLT 737-130 PS+	1	вантажність 3,7 т; висота підйому 6,9 м	навантаження насіння, добрив, запчастин, коліс і агрегатів
Автомобілі	Зерновози типу MAN TGS/Scania P з причепами	4	вантажопідйомність 18-25 т	перевезення зерна, добрив, запчастин і матеріалів
Ґрунтообробна техніка	LEMKEN Juwel 8; AMAZONE Catros+ 6003-2; HORSCH Terrano	1; 2; 2	робоча ширина 2,4-6,0 м	основний, передпосівний і післяжнивний обробіток
Посівна техніка	HORSCH Pronto 6 DC	2	робоча ширина 6,0 м; бункер 4000/5000 л	сівба зернових, ріпаку, сої, покривних культур
Захист рослин і добрива	AMAZONE UX 5201 Super; KUHN AXIS 40.2	1; 2	обприскувач до 48 м; розкидач ISOBUS	обприскування, рідкі й тверді добрива
Транспортні засоби	Причепи, перевантажувальні візки, платформи	6	8-24 т	внутрішньогосподарські перевезення

1.3. Методика визначення обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт

Річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт визначаємо за групами машин: трактори, зернозбиральні комбайни, автомобілі, телескопічний навантажувач, сільськогосподарські машини і знаряддя. Для кожної групи приймаємо планове річне напруження та періодичність технічного обслуговування. У розрахунках використано усереднені норми трудомісткості,

придатні для проектування навчальної кваліфікаційної роботи. Фактичні значення у діючому підприємстві уточнюються за сервісними картами виробників, станом техніки та організацією ремонтної бази.

Для тракторів річне напрацювання визначаємо за формулою:

$$W_i = q_i \cdot B_i, \quad (1.1)$$

де W_i – річне напрацювання тракторів i -ї марки, мотогод; q_i – кількість тракторів; B_i – річне напрацювання одного трактора, мотогод.

Кількість технічних обслуговувань тракторів визначаємо за залежностями:

$$N_{TO-3} = W_i / 1000; \quad (1.2)$$

$$N_{TO-2} = W_i / 500 - N_{TO-3}; \quad (1.3)$$

$$N_{TO-1} = W_i / 125 - W_i / 500. \quad (1.4)$$

Кількість сезонних обслуговувань приймаємо двічі на рік для кожної машини:

$$N_{CO} = 2 \cdot q_i. \quad (1.5)$$

Трудомісткість робіт для тракторів визначаємо за формулою:

$$T_i = N_{TO-1} \cdot t_{TO-1} + N_{TO-2} \cdot t_{TO-2} + N_{TO-3} \cdot t_{TO-3} + N_{CO} \cdot t_{CO} + W_i \cdot k_{ПР}, \quad (1.6)$$

де t_{TO-1} , t_{TO-2} , t_{TO-3} , t_{CO} – трудомісткість відповідних видів технічного обслуговування, люд-год; $k_{ПР}$ – питома трудомісткість поточного ремонту на 1 мотогод напрацювання. Дробові значення кількості ТО у річному плані відображають середньорічну потребу; при оперативному плануванні їх округлюють з урахуванням фактичного напрацювання конкретної машини.

Для комбайнів прийнято періодичність ТО-1 через 60 мотогод, ТО-2 через 240 мотогод і два сезонні обслуговування на рік. Для автомобілів-зерновозів розрахунок виконано за пробігом: ТО-1 через 4000 км, ТО-2 через 16000 км, сезонне обслуговування двічі на рік. Для сільськогосподарських машин і знарядь застосовано сезонну трудомісткість підготовки, ремонту, дефектації та консервації.

1.4. Розрахунок ремонтно-обслуговуючих робіт для тракторів

Для визначення річної трудомісткості тракторів приймаємо планове напруження: John Deere 8R 410 – 1200 мотогод/рік; John Deere 6R 215 – 950 мотогод/рік на один трактор; John Deere 6M 155 – 800 мотогод/рік на один трактор; John Deere 6M 125 – 650 мотогод/рік. Такі значення відповідають різній ролі машин у господарстві: найпотужніший трактор має найбільше навантаження під час основного обробітку, а універсальні трактори працюють у ширшому наборі операцій, але з меншим середнім тяговим навантаженням.

Таблиця 1.3 – Річна трудомісткість РОД тракторів

Марка трактора	К-сть, шт.	W, мотогод	N _{ТО-1}	N _{ТО-2}	N _{ТО-3}	N _{СО}	T, люд- год
John Deere 8R 410	1	1200	7,20	1,20	1,20	2	220,6
John Deere 6R 215	2	1900	11,40	1,90	1,90	4	298,8
John Deere 6M 155	2	1600	9,60	1,60	1,60	4	227,4
John Deere 6M 125	1	650	3,90	0,65	0,65	2	85,0
Разом	6	5350	32,10	5,35	5,35	12	831,7

Отже, загальне річне напруження тракторного парку становить 5350 мотогод. Розрахункова кількість ТО-1 дорівнює 32,10, ТО-2 – 5,35, ТО-3 – 5,35, сезонних обслуговувань – 12. Сумарна трудомісткість робіт з тракторним парком становить 831,7 люд-год.

Найбільшу частку трудомісткості у тракторній групі формують трактори John Deere 6R 215, оскільки їх у парку дві одиниці і вони виконують велику частку універсальних робіт. Водночас трактор John Deere 8R 410 має високу питому трудомісткість через більшу потужність, складнішу трансмісію, гідросистему і масивні колеса. Саме для таких тракторів пристрій для зняття та встановлення коліс є найбільш необхідним.

1.5. Розрахунок робіт для комбайнів, автомобілів і навантажувача

Зернозбиральні комбайни працюють переважно у сезон збирання, проте мають складну систему обмолоту, сепарації, очищення, подрібнення решток, гідравліки та електроніки. Тому для них важливими є передсезонне і післясезонне обслуговування, а також оперативна діагностика в період жнив.

Для двох комбайнів John Deere S7 700 прийнято річне напрацювання 320 мотогод на одну машину, тобто 640 мотогод по групі.

Автомобілі-зерновози забезпечують перевезення врожаю, насіння, добрив і матеріалів. Для чотирьох автомобілів прийнято річний пробіг 30000 км на одиницю. Телескопічний навантажувач Manitou MLT 737 використовується протягом року у ремонтній зоні, на складі, зернотоку і під час сезонних робіт; його річне напрацювання прийнято 550 мотогод.

Таблиця 1.4 – Річна трудомісткість РОД комбайнів, автомобілів і навантажувача

Група машин	К-сть, шт.	Річне напрацювання / пробіг	Розрахункова кількість ТО	Трудомісткість, люд-год
Зернозбиральні комбайни John Deere S7 700	2	640 мотогод	ТО-1: 8,00; ТО-2: 2,67; СО: 4	338,7
Автомобілі-зерновози	4	120000 км	ТО-1: 22,50; ТО-2: 7,50; СО: 8	281,5
Телескопічний навантажувач Manitou MLT 737	1	550 мотогод	ТО-1: 1,10; ТО-2: 1,10; СО: 2	81,6

Сумарна трудомісткість робіт для комбайнів становить 338,7 люд-год, для автомобілів – 281,5 люд-год, для телескопічного навантажувача - 81,6 люд-год. У цих групах також є значний обсяг шинних і колісних операцій: перевірка тиску, перестановка коліс, усунення проколів, демонтаж коліс під час ремонту гальм, маточин і бортових передач. Тому колісна дільниця має бути передбачена як окрема функціональна зона майстерні.

1.6. Розрахунок трудомісткості робіт для сільськогосподарських машин і знарядь

Сільськогосподарські машини і знаряддя мають сезонний характер використання. Основними роботами майстерні для цієї групи є очищення, мийка, дефектація, заміна зношених робочих органів, регулювання, зварювально-відновлювальні роботи, перевірка підшипникових вузлів, редукторів, гідросистем і електронних компонентів. Розрахунок трудомісткості виконано за укрупненими нормами на одну машину за сезон.

$$T_{\text{сгм}} = \sum(q_j \cdot t_j), \quad (1.6)$$

де q_j - кількість машин j -ї групи; t_j - укрупнена трудомісткість сезонного ремонту та обслуговування однієї машини, люд-год.

Таблиця 1.5 – Загальна трудомісткість робіт для сільськогосподарських машин

Машина або знаряддя	Кількість, шт.	Норма на одиницю, люд-год	Загальна трудомісткість, люд-год
Плуг оборотний LEMKEN Juwel 8	1	55	55
Дискова борона AMAZONE Catros+ 6003-2	2	65	130
Глибкорозпушувач/культиватор HORSCH Terrano	2	55	110
Посівний комплекс HORSCH Pronto 6 DC	2	120	240
Обприскувач AMAZONE UX 5201 Super	1	100	100
Розкидач мінеральних добрив KUHN AXIS 40.2	2	45	90
Причепи та перевантажувальні візки	6	30	180
Жатки зернова, соняшникова, кукурудзяна	4	60	240
Разом	20	-	1145

Загальна трудомісткість робіт для сільськогосподарських машин, знарядь, причепів і жаток становить 1145 люд-год. Найбільші витрати праці припадають на посівні комплекси та жатки, оскільки ці машини мають значну кількість робочих органів, підшипникових вузлів, приводів, ланцюгових передач, датчиків і точних регулювань.

1.7. Загальна трудомісткість і параметри машинно-ремонтної майстерні

Підсумкову трудомісткість робіт майстерні визначаємо як суму робіт за всіма групами машин. Додатково приймаємо 10 % на діагностику, дрібні позапланові роботи, підготовку інструменту, переміщення машин у майстерні, оформлення ремонтної документації та технологічні перерви, які не завжди враховуються у прямих нормах.

Таблиця 1.6 – Загальна трудомісткість МРМ

Група робіт	Річний обсяг	Трудомісткість, люд-год
Трактори	5350 мотогод	831,7
Комбайни	640 мотогод	338,7
Автомобілі	120000 км	281,5
Телескопічний навантажувач	550 мотогод	81,6
Сільськогосподарські машини і знаряддя	20 одиниць	1145,0
Разом за прямими роботами	-	2678,5
Діагностика, дрібні позапланові роботи, підготовка інструменту, 10 %	-	267,9
Усього по майстерні	-	2946,4 $\approx$ 2950

Отже, розрахункова річна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт проектної машинно-ремонтної майстерні становить 2950 люд-год. У перерахунку на площу підприємства це дорівнює:

$$T_{100} = 2950 / 2500 \cdot 100 = 118 \text{ люд-год/100 га.} \quad (1.7)$$

Для визначення кількості основних ремонтних працівників приймаємо річний фонд робочого часу одного працівника $F_p = 1840$ год, коефіцієнт використання робочого часу $\eta = 0,85$. Тоді:

$$P = T_{\text{заг}} / (F_p \cdot \eta) = 2950 / (1840 \cdot 0,85) = 1,88. \quad (1.8)$$

Приймаємо 2 основних ремонтних працівники. У пікові періоди передпосівної підготовки та підготовки до збирання доцільно залучати механізаторів або тимчасово збільшувати змінність робіт. Для забезпечення річного обсягу робіт приймаємо два ремонтно-обслуговуючі пости: один пост діагностики і технічного обслуговування, один ремонтно-монтажний пост. Окремо передбачається шиномонтажна та колісна ділянка з модернізованим пристроєм для зняття та встановлення коліс.

Кількість постів визначаємо за формулою:

$$n_p = T_{\text{пост}} / (F_p \cdot \eta_p), \quad (1.9)$$

де $T_{\text{пост}}$ – частина трудомісткості, що виконується безпосередньо на постах; F_p – річний фонд часу одного поста; η_p – коефіцієнт використання поста. Якщо прийняти $T_{\text{пост}} = 0,65 \cdot 2950 = 1918$ люд-год, $F_p = 2000$ год, $\eta_p = 0,75$, тоді $n_p = 1918 / (2000 \cdot 0,75) = 1,28$. Приймаємо 2 пости, що забезпечує

резерв на сезонні піки та можливість одночасного обслуговування трактора і причіпної машини.

Таблиця 1.7 – Параметри машинно-ремонтної майстерні

Приміщення або дільниця	Кількість	Площа, м ²	Призначення
Пост діагностики і технічного обслуговування тракторів	1	72	контрольні, мастильні, регулювальні роботи
Ремонтно-монтажний пост	1	72	поточний ремонт тракторів, вузлів комбайнів і причепів
Шиномонтажна та колісна дільниця	1	30	зняття, переміщення, встановлення та накачування коліс
Агрегатна дільниця	1	28	ремонт редукторів, насосів, гідровузлів
Слюсарно-механічна дільниця	1	24	свердління, різання, підгонка деталей
Електротехнічна і діагностична зона	1	16	перевірка датчиків, акумуляторів, проводки
Зварювальна дільниця	1	18	ремонт рам, кронштейнів, захисних кожухів
Мийна зона вузлів	1	18	очищення агрегатів перед дефектацією
Склад запасних частин і матеріалів	1	24	зберігання фільтрів, мастил, кріплень, шинних матеріалів
Інструментальна	1	8	зберігання спецінструменту та оснастки
Побутові та допоміжні приміщення	1	16	переодягання, інструктаж, документація
Разом	-	326	-

Розрахункова виробнича і допоміжна площа майстерні становить 326 м². Така площа є достатньою для підприємства на 2500 га, оскільки дозволяє розмістити два ремонтно-обслуговуючі пости, колісну дільницю, агрегатну, слюсарно-механічну, зварювальну і складську зони. Колісна дільниця має бути розташована біля ремонтно-монтажного поста та обладнана підйомно-транспортними засобами, компресором, страховими підставками, пристроєм для зняття і встановлення коліс, комплектом торцевих ключів, домкратами та засобами фіксації колеса.

Виконаний розрахунок показує, що для прийнятого машинно-тракторного парку проектного підприємства основний річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт становить близько 2950 люд-год. Основними

споживачами ремонтного часу є сільськогосподарські машини і знаряддя, трактори та зернозбиральні комбайни. Прийнята структура майстерні з двома постами і окремою колісною дільницею забезпечує виконання планових ТО, поточного ремонту, сезонної підготовки машин і створює організаційні передумови для модернізації пристрою для зняття та встановлення коліс.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

2.1. Несправності шин та їх причини

Якщо встановлено необхідні розвал і сходження, а трактор не рухається по асфальту в режимі «4×4», то на них можна заощадити значні кошти, адже передчасний знос призводить до необхідності частіше купувати нові шини або їздити на зношених, що небезпечно.

Нижче викладено, як можна продовжити термін експлуатації трактора, а саме шин, не вдаючись до великих переплат.

Занадто великий кут розвалу коліс (рис. 2.1.) викликає сильний рівномірний знос зовнішньої сторони протектора шин коліс передньої осі трактора.



Рис. 2.1. Занадто великий кут розвалу коліс

Негативний кут розвалу коліс (кут розвалу $\alpha < 0$) викликає сильний і рівномірний знос внутрішньої сторони протектора шин коліс передньої осі трактора (Рис. 2.2.).

Після повороту колеса не «бажають» самі повертатися в прямолінійне положення або «роблять це» дуже повільно.



Рис. 2.2. Негативний кут розвалу коліс

Для усунення несправності потрібно відрегулювати кут розвалу передніх коліс. Для повнопривідних тракторів він не повинен бути більше 1° , для задньопривідних – не більше 3° . При цьому не забудьте поміняти місцями праву та ліву шини: таким чином ви вирівняєте процес їх зносу.

При занадто великому куті збіжності передніх коліс трактора ($b - a > 0$) зовнішні грані ґрунтозацепів зношуються швидше, ніж внутрішні (рис. 2.3.).



Рис. 2.3. Занадто великий кут сходження передніх коліс.

Якщо кут сходження передніх коліс трактора відсутній або шини «розходяться» в різні боки, то внутрішні грані ґрунтозацепів зношуються

швидше, ніж зовнішні (рис. 2.4.). Гума сильно «шумить» і вібрує під час руху по шосе.



Рис. 2.4. Розбіжність коліс.

Для повнопривідних тракторів сходження передніх коліс повинно знаходитися в межах 2 мм. При розбіжності кутів сходження коліс на 2...4 мм необхідно змінювати поперечну рульову тягу.

При відхиленні від паралельності між передньою та задньою осями трактора трактор тягне вліво або вправо навіть при русі по рівній поверхні. Весь час доводиться «дорулювати» (Рис. 2.5.). При цьому передні шини зношуються набагато швидше.



Рис. 2.5. Відхилення від паралельності між передньою та задньою осями трактора.

Паралельність осей трактора втрачається внаслідок того, що при передачі крутного моменту на ведучі колеса із заблокованим міжосьовим диференціалом задня вісь трактора опиняється під дією більшого важеля сили. Тому задня вісь і «з'їжджає» убік.

Під час руху на тракторі необхідно грамотно керувати трансмісією та блокуваннями, не допускаючи втрати паралельності осей трактора.

Постійний повний привід викликає швидкий і рівномірний знос шин на колесах передньої осі. Грунтозацепи набувають гострокінцевої форми. Грунтозацепи на шинах коліс задньої осі поцятковані борозенками, виїмками та виїмками (Рис. 2.6).



Рис. 2.6. Постійний повний привід.

Можливі причини:

1. Рух по асфальтобетонному покриттю з увімкненим повним приводом. Під час виїзду з поля тракторист міг забути вимкнути повний привід або йому завадила це зробити несправність у механізмі трансмісії чи в електроніці.

2. Невідповідність один одному типорозмірів шин і дисків та застосування їх комбінацій, не рекомендованих виробником. У результаті утворюється забігання коліс однієї осі відносно іншої. Те саме може статися, коли спереду встановлені нові шини, а ззаду – старі. Інший варіант: у передніх колесах тиск занадто високий, а в задніх – занадто низький.

Для того щоб не допустити підвищеного зносу передніх шин, необхідно:

1. Використовувати повний привід тільки там, де в ньому виникає необхідність, наприклад на неуцільненому ґрунті.

2. Перевірити роботу систем, відповідальних за підключення та відключення повного приводу.

3. Перевірити тиск у шинах і привести його у відповідність до рекомендованих значень для виконуваних робіт і характеру руху трактора.

4. Перевірити розбіг – він повинен знаходитися в межах від +1 до +4 %.

При повороті керма колесо, яке «дивиться» всередину повороту, відхиляється на більший кут β , ніж «зовнішнє» колесо α . При цьому змінюється кут сходження передніх коліс, завдяки чому досягається більша стійкість і збільшується стабільність поведінки трактора при повороті (Рис. 2.7).

Однак при занадто великій різниці між β і α кут повороту «зовнішнього» колеса буде ускладнювати та блокувати обертання «внутрішнього». Як правило, це трапляється після заміни однієї з тяг рульової трапеції. Таким чином, гідроциліндр підсилювача рульового управління виявляється не зовсім відцентрованим відносно передніх коліс. Ознакою несправності є те, що ґрунтозачепа одного з передніх коліс посередині зношені набагато сильніше, ніж у іншого переднього колеса.



Рис. 2.7. Відсутність паралельності повороту.

Для усунення несправності потрібно відрегулювати тяги рульової трапеції відповідно до технічної документації трактора.

При швидкості понад 20 км/год трактор починає підстрибувати і «козлити». Чим вища швидкість, тим сильніше він «стрибає» (Рис. 2.8). Короткочасне прискорення та уповільнення руху стабілізують поведінку трактора.



Рис. 2.8. Підстрибування трактора.

Можливі причини несправності:

1. Помилки, допущені при монтажі коліс і шин. Колісні замки дисків не відцентровані відносно маточини або шина не була відцентрована на диску при її монтажі.

2. Заводський або набутий у процесі експлуатації дефект шин або дисків (наприклад, від удару або «старіння гуми»), що проявився у сильній деформації.

Усунути дисбаланс, що виникає, можна ретельним центруванням дисків і шин, однак у деяких випадках може знадобитися їх заміна.

2.2. Огляд конструкцій пристроїв для встановлення, зняття та транспортування коліс

Візки для зняття та переміщення коліс дозволяють дуже швидко переміщати зняте колесо з автомобіля та значно полегшують працю працівників.

Візок для зняття та транспортування коліс модель RML 600 (Рис. 2.9) призначений для зняття, установки та транспортування одинарних і здвоєних коліс вантажних автомобілів, у тому числі в зборі з маточинами та гальмівними барабанами.



Рис. 2.9. Візок для зняття та транспортування коліс RML 600.

Візок підкочується під задню пару коліс, відкручуються колісні болти, за допомогою домкрата та кріпильного пристрою здійснюється підхоплення та фіксація коліс. Для надання колесам додаткової стійкості під час транспортування до комплекту поставки візка входить фіксуючий ланцюг.

Технічні характеристики візка RML 600

Вантажопідйомність, кг	600
Максимальна висота підйому, мм	900
Діаметр знімного колеса	
мінімальний, мм	450
максимальний, мм	1100
Габарити візка	
довжина, мм	1050
ширина, мм	1045
висота, мм	1370
Маса, кг	130

Переваги візка: гідравлічна система підйому та опускання; розбірна конструкція; колеса великого діаметра з гальмом.

Візок для зняття та транспортування коліс VasterWheel 0,5 (Рис. 2.10) призначений для зняття, встановлення та транспортування коліс вантажних автомобілів. Оснащений гідравлічним механізмом підйому.



Рис. 2.10. Візок для зняття та транспортування коліс VasterWheel 0,5

Технічні характеристики візка VasterWheel 0,5

Вантажопідйомність, кг	500
Максимальна висота підйому, мм	160
Діаметр знімного колеса	
мінімальний, мм	350
максимальний, мм	1500
Маса, кг	110

Візок для зняття та транспортування коліс кар'єрного транспорту (Рис. 2.11) призначений для підйому та опускання великогабаритних коліс під час їх монтажу та демонтажу з транспортного засобу, а також транспортування великогабаритних шин по території цеху. Дозволяє працювати з колесами кар'єрних самоскидів (шини 18.00-25, 18.00-33, 21.00-33, 21.00-35, 24.00-35), а також тракторів і навантажувачів.



Рис. 2.11. Візок для зняття та транспортування коліс.

Переваги візка: заміна дорогого колесознімача для невеликих транспортних підрозділів; широкий діапазон коліс кар'єрної техніки, що транспортуються: 18.00-25; 21.00-33; 21.00-35; 24.00-35; можливість транспортувати колеса тракторів і навантажувачів; надійні поліуретанові колеса збільшеного діаметра для транспортування по нерівній поверхні.

Технічні характеристики

Вантажопідйомність, кг	1200
Максимальна висота підйому, мм	100
Діаметр знімного колеса	
мінімальний, мм	1300
максимальний, мм	2000
Габарити візка	
довжина, мм	1015
ширина, мм	1340
Маса, кг	112

Візок для зняття та транспортування коліс П-254 (Рис. 2.12) гідравлічний, пересувний, вантажопідйомністю 500 кг для зняття та транспортування коліс вантажного автотранспорту. Оснащений ручним храповим механізмом підйому.

Технічні характеристики візка П-254

Вантажопідйомність, кг	500
------------------------	-----

Максимальна висота підйому, мм	170
Діаметр знімного колеса	
мінімальний, мм	850
максимальний, мм	1300
Габарити візка	
довжина, мм	1160
ширина, мм	820
ширина, мм	920
Маса, кг	100



Рис. 2.12. Візок для зняття та транспортування коліс П-254.

Візок для зняття та транспортування коліс RHW1 (Рис. 2.13) призначений для переміщення та підйому здвоєних і одинарних коліс вантажних та легкових автомобілів під час виконання ремонтних та шиномонтажних робіт.



Рис. 2.13. Візок для зняття та транспортування коліс RHW1.

Особливості візка: мобільний, зручний в експлуатації; візок стійкий до перекидання; легко встановлювати колеса завдяки поворотним роликам; три опорні колеса.

Технічні характеристики.

Вантажопідйомність, кг	250
Максимальна висота підйому, мм	170
Діаметр зніманого колеса	
мінімальний, мм	290
максимальний, мм	620
Маса, кг	60

Недоліком розглянутих візків для зняття коліс є те, що вони можуть використовуватися тільки в умовах ремонтної майстерні при перекочуванні по рівній підлозі. Однак часто виникає необхідність зняття та встановлення коліс, у тому числі великогабаритних, на механічному дворі або польових станціях, де застосування розглянутих візків ускладнене. Ми пропонуємо розробити пристрій для зняття та встановлення коліс, який буде монтуватися на навіску трактора.

2.3. Опис запропонованого пристрою

Пропонована конструкція призначена для механізації процесу демонтажу та монтажу коліс з пневматичними шинами, загальна вага та розміри яких роблять вкрай утрудненою, а часом і неможливою, роботу з ними в ручному режимі.

Пристосування (Рис. 2.14) складається з: рами 1, каретки 2 та механізмів вертикального і поперечного переміщення захватів коліс, при цьому механізм поперечного переміщення виконаний у вигляді двох валів 5, а захвати коліс виконані у вигляді двох штирів 3 з роликами 4. Захвати коліс фіксуються на валах гвинтами 6.

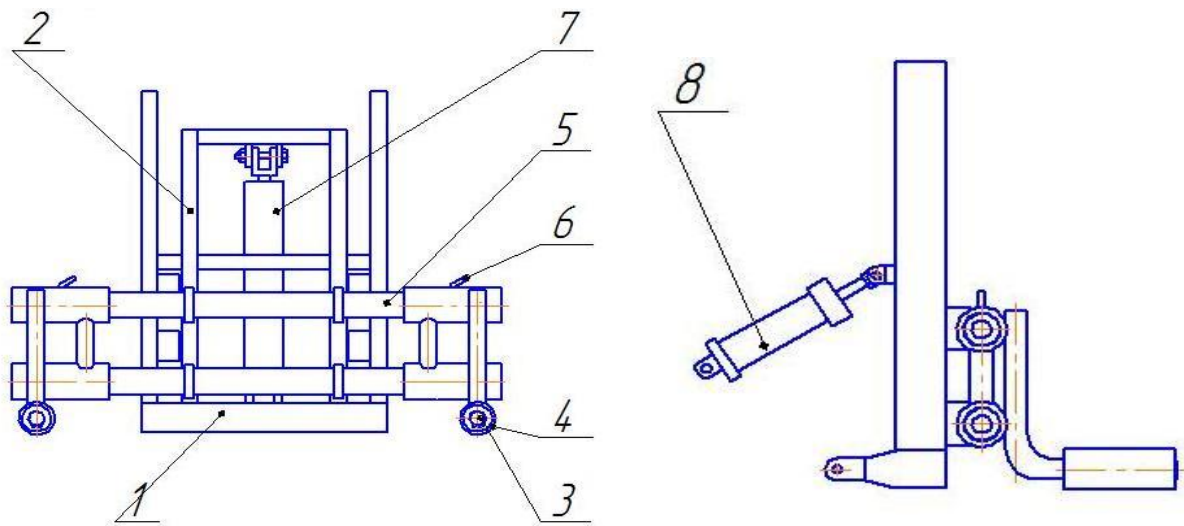


Рис. 2.14. Загальний вигляд розробки.

Пристрій для монтажу та демонтажу коліс включає в себе раму, по якій за допомогою гідроциліндра 7 рухається у вертикальному напрямку каретка. Каретка містить рухомі рамки із захватами, виконаними у вигляді двох штирів з роликами. Вона забезпечує поперечне переміщення колеса. Рама може нахилитися у вертикальній площині за допомогою гідроциліндра 8, що також забезпечує точність установки колеса та полегшує розвантаження колеса в причіп.

Монтажно-демонтажні операції з великогабаритними колесами виконуються в такому порядку: колесо, призначене для монтажу, встановлюється на ролики 4, і трактор під'їжджає до транспортного засобу, на який монтується колесо. За допомогою гідроциліндра 7 колесо підіймається і орієнтовно встановлюється по осі маточини моста, на яку монтується колесо.

За допомогою гідроциліндра 8 і обертання колеса по роликах 4 проводиться коригування положення технологічних монтажних отворів диска колеса відносно шпильок маточини. Потім, змінюючи вертикальне розташування колеса за допомогою гідроциліндра 8, переміщують колесо вздовж роликів, остаточно встановлюють його на шпильки маточини і накручують гайки.

Після цього трактор з пристроєм від'їжджає, і слюсар здійснює остаточне закручування гайок.

Демонтаж коліс здійснюють у зворотному порядку.

Пропонований пристрій може використовуватися як приставка до транспортного засобу і значно покращує умови праці.

2.4. Розрахунки міцності

Розрахунок гідроциліндра. Діаметр гідроциліндра обчислюємо за формулою витрати рідини, необхідної для переміщення поршня циліндра.

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}, \quad (2.1)$$

де D – діаметр гідроциліндра;

p – тиск, становить 5 МПа;

$\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД, становить 0,98.

Тоді:

$$D^2 = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}},$$

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}}},$$

$$D = \sqrt{\frac{5000 \cdot 4}{\pi \cdot 5 \cdot 0.98}} = 36,05 \text{ мм.}$$

Приймаємо зі стандартного ряду діаметр циліндра, що дорівнює 40 мм.

Ефективне рушійне зусилля, що виникає на штоку поршня при подачі рідини в поршневу порожнину під тиском, розраховується за формулою (3.2):

$$T_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}} \quad (2.2)$$

де D – діаметр гідроциліндра;

p – тиск, становить 5 МПа;

$\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД, становить 0,98.

Тоді:

$$T_n = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 5 \cdot 0,98 = 6157,4 \text{ Н.}$$

Діаметр штока розраховується за формулою (3.3):

$$d = (0.3 - 0.7) \cdot D. \quad (2.3)$$

Тоді:

$$d = 0.5 \cdot 40 = 20 \text{ мм.}$$

Товщина стінок гідроциліндра розраховується за формулою (3.4):

$$S = \frac{P \cdot D}{(4/\sqrt{3} \cdot \sigma_s / n - p) \cdot \varphi} + C, \quad (2.4)$$

де S – товщина стінки;

p – пробний тиск, становить 1,6 МПа;

σ – межа текучості матеріалу, становить 60 МПа;

n – коефіцієнт запасу міцності, становить 3,

φ – коефіцієнт міцності, становить 1.

Тоді:

$$S = \frac{1.6 \cdot 40}{(4/\sqrt{3} \cdot 60/3 - 21) \cdot 1} + 0.005 = 2 \text{ мм.}$$

Товщина плоского дна розраховується за формулою (3.5):

$$S = 0.405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (2.5)$$

де P – тиск рідини, дорівнює 1,6 МПа;

σ – допустиме напруження на розтягнення, становить для матеріалу дна гідроциліндра 60.

Тоді:

$$S = 0.405 \cdot 40 \cdot \sqrt{\frac{1.6}{60}} = 3 \text{ мм.}$$

Довжина гідроциліндра з урахуванням висоти візка становить 450 мм, довжина штока становить 300 мм, хід штока 180 мм.

Розрахунок осі на зріз.

Виконаємо перевірку осі на зріз за формулою:

$$\tau_c = \frac{0,5F_T}{\pi d^2 / 4} \leq [\tau_c], \quad (2.6)$$

де $[\tau_c] = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T$, для Ст 3 $\sigma_T = 240$ МПа, $[\tau_c] = 72$;

F_T – сила тяжіння колеса, що дорівнює 3000 Н;

d – діаметр розраховуваної осі, мм, $d = 30$ мм;

$$\tau_c = \frac{0,5 \cdot 3000}{3,14 \cdot 30^2 / 4} = 2 \text{ Н/мм}^2 < 72 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності виконується.

Розрахунок зварного з'єднання.

Зварне з'єднання двох куточків зі сталі Ст-3 виконано внахлест фланговим швом. $Q = 50$ Н; $l = b = 40$ мм; $r = 4$ мм; $\delta_T = 225$ МПа; $[n] = 1,45$.

Визначаємо допустиме напруження розтягування деталей, що з'єднуються.

$$[\delta_p] = \frac{\delta_T}{n} = \frac{225}{1,45} = 155 \text{ МПа}. \quad (2.7)$$

Обчислюємо допустиме напруження шва при зрізі.

$$[\tau_{ЗР}]_{\text{З.}} = 0,6 \cdot [\delta_p] = 0,6 \cdot 155 = 93 \text{ МПа} = 9,3 \text{ Н/мм}. \quad (2.8)$$

Перевіряємо зварний шов на міцність:

$$\tau_{ЗР} = \frac{Q}{0,7 \cdot r \cdot 2 \cdot l \leq [\tau_{ЗР}]_{\text{З.}}}, \quad (2.9)$$

$$\tau_{ЗР} = \frac{50}{0,7 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 40} = 0,22 \text{ Н/мм}.$$

З розрахунків бачимо, що зварні шви зазнають навантаження, яке в кілька разів менше допустимого напруження при зрізі.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці у ремонтній майстерні машинно-тракторного парку є обов'язковою складовою організації технічного сервісу, оскільки ремонтно-обслуговуючі роботи виконуються з використанням домкратів, підставок, пневматичного інструменту, електрообладнання та пристроїв для переміщення важких вузлів. У проектному господарстві площею 2500 га експлуатується сучасна енергонасичена техніка: трактори, комбайни, автомобілі, причіпні й навісні агрегати. Частина цих машин має великогабаритні колеса, маса яких у зборі з диском і шиною може перевищувати 250–300 кг. Тому знімання, переміщення і встановлення коліс належать до робіт з підвищеним ризиком травмування.

Метою розділу є розроблення заходів безпеки для ремонтної майстерні та робочого поста, де застосовується модернізований пристрій для зняття та встановлення коліс. Нормативною основою є Закон України «Про охорону праці», правила охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту машин сільськогосподарського виробництва, правила пожежної безпеки, інструкції для слюсарів-ремонтників та вимоги до експлуатації вантажопідіймальних і допоміжних пристроїв. Відповідальність за безпечні умови праці покладається на роботодавця і керівника майстерні, а працівник зобов'язаний виконувати вимоги інструкцій, користуватися засобами індивідуального захисту та не відступати від технологічної послідовності операцій.

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Під час виконання робіт із колесами небезпека зумовлена значною масою вузлів, великими габаритами машин, пружною енергією пневматичних шин, можливістю падіння піддомкращеної техніки та необхідністю точного суміщення отворів диска зі шпильками маточини. Додатковими факторами є

забруднення коліс ґрунтом і рослинними рештками, корозія кріпильних деталей, слизька підлога, недостатнє освітлення, шум від компресора і пневмоінструменту, а також запилення повітря під час очищення коліс.

Найбільш небезпечними ситуаціями є падіння машини з домкрата, зміщення страхувальної підставки, некероване кочення або перекидання колеса, защемлення рук між диском і маточиною, зрив інструменту при відкручуванні гайок, розрив пошкодженої шини та ураження електричним струмом від несправного електроінструменту. Для зменшення ризику необхідно застосовувати справні домкрати, сертифіковані підставки, противідкотні упори, пристрій для утримання і позиціювання колеса, а також виконувати роботи не менше ніж двома працівниками при обслуговуванні великогабаритної техніки.

Таблиця 3 .1 – Небезпечні чинники та заходи їх усунення

Чинник	Причина виникнення	Заходи безпеки
Падіння піддомкращеної машини	Неправильне встановлення домкрата, відсутність підставок	Встановлення упорів, страхувальних підставок, контроль рівності підлоги
Перекидання або кочення колеса	Велика маса колеса, відсутність фіксації	Захвати пристрою, роликові опори, бокові фіксатори, робота поза площиною падіння
Зрив інструменту	Зношені гайки, неправильна головка, надмірне зусилля	Справні насадки, контроль моменту затягування, рукавиці та окуляри
Шум, вібрація, пил	Компресор, пневмогайковерт, очищення коліс	Навушники, вентиляція, респіратор при очищенні, обмеження часу впливу
Недостатня освітленість	Тіні від машини, забруднені світильники	Світлодіодне освітлення робочої зони, переносні світильники безпечної напруги

3.2 Організаційні заходи безпеки у ремонтній майстерні

Безпечна робота майстерні забезпечується системою організаційних заходів: призначенням відповідального за охорону праці, проведенням вступного, первинного, повторного, позапланового і цільового інструктажів, навчанням безпечним методам праці, перевіркою знань, веденням журналів інструктажів та розробленням інструкцій для кожного робочого місця. До робіт із домкратами, компресорним обладнанням, пневматичним інструментом і

пристроями для переміщення коліс допускають працівників, які пройшли навчання, інструктаж і медичний огляд.

Робочий пост зняття та встановлення коліс доцільно розміщувати біля транспортного проїзду або воріт, щоб забезпечити зручний заїзд тракторів і комбайнів. Проходи та проїзди повинні залишатися вільними, демонтовані колеса не можна складати у проходах, а інструмент і підставки необхідно розміщувати на спеціальних стелажах. Підлога має бути рівною, неслизькою, без вибоїн. Мاستило, паливо або охолоджувальну рідину після випадкового потрапляння на підлогу негайно прибирають із використанням сорбенту.

Перед початком демонтажу машину встановлюють на рівному майданчику, двигун вимикають, важелі керування переводять у нейтральне положення, стоянкове гальмо вмикають, а під колеса, що залишаються на землі, ставлять противідкотні упори. Гайки кріплення колеса послаблюють до піднімання машини, але не знімають повністю. Піднімання виконують тільки в місцях, передбачених конструкцією машини, після чого під раму або вісь установлюють страхувальні підставки. Забороняється перебувати під машиною, якщо вона утримується тільки домкратом.

Працівник повинен користуватися спеціальним одягом, захисним взуттям із посиленням носком, рукавицями, захисними окулярами, а під час роботи з пневмогайкововертом – протишумовими навушниками. При очищенні забруднених коліс використовують респіратор. Одяг має бути застібнутий, без звисаючих кінців, які можуть зачепитися за рухомі частини пристрою або інструмент.

3.3 Вимоги безпеки до модернізованого пристрою

Модернізований пристрій для зняття та встановлення коліс повинен забезпечувати стійке утримання колеса, плавне підведення до маточини, регулювання положення за висотою і можливість повороту колеса для суміщення отворів із шпильками. Конструкція повинна мати достатню вантажопідйомність, запас міцності рами, справні ролики або колеса,

обмежувачі ходу, стопори, зручні рукоятки та фіксатори, які запобігають випадінню колеса із захватів. У зоні контакту з руками не допускаються гострі кромки, задирки та виступи.

Перед початком роботи працівник оглядає пристрій: перевіряє відсутність тріщин у зварних швах, деформацій рами, люфтів у шарнірах, витікання робочої рідини, справність коліс, роликів, стопорів і гвинтових або гідравлічних механізмів. Несправний пристрій заборонено використовувати до усунення дефектів. Під час роботи не можна перевищувати допустиму масу колеса, залишати колесо без фіксації, різко штовхати пристрій, переміщувати його по похилій або забрудненій поверхні та виконувати регулювання під навантаженням без фіксації положення.

Орієнтовну силу, яку працівник прикладає для перекидання великогабаритного колеса, визначимо для маси $m = 280$ кг, коефіцієнта опору коченню $f = 0,03$ та коефіцієнта нерівномірності $k = 1,5$:

$$P = k \cdot f \cdot m \cdot g, H \quad (3.1)$$

$P = 1,5 \cdot 0,03 \cdot 280 \cdot 9,81 = 124$ Н. Отже, навіть на рівній підлозі працівник прикладає силу близько 124 Н лише для переміщення колеса. Під час суміщення диска з маточиною і утримування колеса у вертикальному положенні фактичне навантаження зростає. Застосування пристрою переводить небезпечне ручне утримування у кероване механізоване позиціювання, зменшує ризик падіння колеса та підвищує точність монтажу.

3.4 Розрахунок штучного освітлення робочого поста

Недостатнє освітлення ускладнює встановлення домкрата, підставок, захватів і кріпильних деталей. Для поста зняття та встановлення коліс приймаємо площу $S = 36$ м², нормовану освітленість $E = 300$ лк, коефіцієнт запасу $K = 1,5$, коефіцієнт нерівномірності $z = 1,1$, коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,55$. Розрахунок виконуємо методом світлового потоку:

$$\Phi_{\Sigma} = E \cdot S \cdot K \cdot z / \eta, \text{ лм} \quad (4.2)$$

$\Phi_{\Sigma} = 300 \cdot 36 \cdot 1,5 \cdot 1,1 / 0,55 = 32400$ лм. Для освітлення приймаємо світлодіодні світильники потужністю 50 Вт зі світловим потоком 5400 лм. Кількість світильників:

$$n = \Phi_{\Sigma} / \Phi_1 \quad (3.3)$$

$n = 32400 / 5400 = 6.00$. Приймаємо 6 світильників. Загальна встановлена потужність становить $P_{\text{осв}} = 6 \cdot 50 = 300$ Вт, питома потужність – 8.3 Вт/м². Світильники розміщують рівномірно над робочою зоною, а для огляду внутрішніх поверхонь диска і маточини використовують переносні світильники безпечної напруги або акумуляторні лампи.

3.5 Розрахунок вентиляції та санітарно-гігієнічні вимоги

У ремонтній майстерні повітря забруднюється пилом, аерозолями мастил, випарами пального, продуктами зношування шин і частинками ґрунту. Для робочого поста площею $S = 36$ м² і висотою $h = 4,2$ м об'єм становить:

$$V = S \cdot h, \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

$V = 36 \cdot 4,2 = 151.2$ м³. За кратності повітрообміну $n = 4$ год⁻¹ необхідна продуктивність вентиляції:

$$L = n \cdot V, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.5)$$

$L = 4 \cdot 151.2 = 605$ м³/год. Отже, для поста необхідно передбачити витяжний вентилятор продуктивністю не менше 600 м³/год, а з урахуванням втрат у повітропроводах доцільно прийняти 700–800 м³/год. Для всієї майстерні орієнтовною площею 326 м² і висотою 4,2 м об'єм становить 1369.2 м³. За середньої кратності 2,5 год⁻¹ потрібний повітрообмін дорівнює приблизно 3423 м³/год.

Таблиця 3 .2 – Узагальнення розрахункових показників безпеки

Розрахунок	Результат
Освітлення поста	Площа 36 м ² ; потрібний світловий потік 32400 лм; прийнято 6 світильників по 50 Вт
Потужність освітлення	Загальна потужність 300 Вт; питома потужність 8.3 Вт/м ²
Вентиляція поста	Об'єм 151.2 м ³ ; розрахунковий повітрообмін 605 м ³ /год
Вентиляція майстерні	Об'єм 1369.2 м ³ ; орієнтовний повітрообмін 3423 м ³ /год
Переміщення колеса	Для колеса масою 280 кг сила кочення становить близько 124 Н

Санітарно-гігієнічні вимоги передбачають регулярне прибирання приміщення, видалення відпрацьованих матеріалів у спеціальну тару, наявність умивальника, аптечки, питної води та побутового приміщення для переодягання. Забороняється зберігати паливно-мастильні матеріали у відкритій тарі, продувати одяг стисненим повітрям, залишати використане ганчір'я біля робочого поста. Забруднені обтиральні матеріали збирають у металеві ящики з кришками.

3.6 Пожежна безпека та дії в аварійних ситуаціях

Пожежна небезпека майстерні пов'язана з наявністю паливно-мастильних матеріалів, шин, акумуляторів, електрообладнання і зварювальних робіт. Електроінструмент і проводка повинні бути справними, кабелі не повинні мати пошкодженої ізоляції, а розетки та вимикачі мають відповідати умовам експлуатації у виробничому приміщенні. Зварювальні роботи виконують у спеціально відведеному місці або за нарядом-допуском після очищення робочої зони від горючих матеріалів.

На посту зняття та встановлення коліс необхідно передбачити порошкові або вуглекислотні вогнегасники, ящик з піском, пожежний щит, план евакуації та вільний доступ до виходів. Демонтовані шини не можна розмішувати біля нагрівальних приладів і місць виконання зварювальних робіт. У разі аварії працівник повинен негайно припинити роботу, вимкнути обладнання, попередити інших працівників, повідомити керівника робіт і діяти відповідно до інструкції. Якщо сталося падіння колеса, зміщення підставки, витік гідравлічної рідини або пошкодження пристрою, подальша робота дозволяється лише після усунення причини небезпеки.

Висновки по розділу

У розділі визначено основні небезпечні та шкідливі чинники, що виникають під час зняття і встановлення коліс сільськогосподарської техніки. Найбільший ризик становлять падіння піддомкращеної машини, перекидання

колеса, защемлення кінцівок, недостатня освітленість, шум і забруднення повітря. Запропоновано організаційні й технічні заходи: застосування страхувальних підставок, протівідкотних упорів, модернізованого пристрою для позиціювання колеса, засобів індивідуального захисту, справного інструменту, вентиляції, освітлення та протипожежного оснащення.

Розрахунком встановлено, що для робочого поста площею 36 м² потрібно 6 світлодіодних світильників потужністю 50 Вт, а необхідний повітрообмін поста становить близько 605 м³/год. Орієнтовна сила переміщення колеса масою 280 кг дорівнює 124 Н, що підтверджує доцільність застосування механізованого пристрою. Виконання запропонованих заходів зменшить виробничий травматизм, покращить умови праці слюсарів-ремонтників і підвищить ефективність технічного сервісу у машинно-тракторному парку проектного підприємства.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1. Мета та вихідні умови техніко-економічної оцінки

Метою техніко-економічного обґрунтування є визначення доцільності впровадження модернізованого пристрою для зняття та встановлення коліс у машинно-ремонтній майстерні проектного сільськогосподарського підприємства. Рішення оцінюється з позиції зменшення трудомісткості ремонтно-обслуговуючих робіт, скорочення тривалості простоїв машин, підвищення безпеки праці та зниження собівартості виконання шиномонтажних і суміжних операцій.

Підприємство обробляє 2500 га ріллі у зоні Лісостепу Житомирської області та експлуатує енергонасичені трактори, універсальні трактори, зернозбиральні комбайни, автомобілі, причіпну та ґрунтообробну техніку. Значна частина цих машин має великогабаритні колеса, тому їх демонтаж і монтаж потребують спеціальних підйомно-утримувальних засобів.

Базовим варіантом прийнято існуючу технологію, за якої колесо після піддомкращування машини знімають двоє слюсарів із використанням ручного інструменту та допоміжних підкладок. Проектним варіантом є застосування пересувного пристрою, який утримує колесо, переміщує його по висоті та полегшує суміщення диска зі шпильками маточини.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для економічного розрахунку

Показник	Позначення	Значення	Пояснення
Площа земель підприємства, га	F	2500	Прийнято за завданням
Річна трудомісткість робіт майстерні, люд-год	T _м	2950	За результатами розрахунку параметрів МРМ
Кількість операцій зняття/встановлення коліс за рік	N _к	168	Планові ремонти, ТО, сезонні переобладнання, шинні роботи
Трудомісткість однієї операції у базовому варіанті, люд-год	t _б	1,55	Двоє працівників, ручне центрування і переміщення колеса
Трудомісткість однієї операції у проектному варіанті, люд-год	t _п	0,48	Один працівник, механізоване утримання і позиціонування

Продовження таблиці 4.1

Розрахункова тарифна ставка слюсаря, грн/год	C_T	120	Прийнято для слюсаря-ремонтника 4–5 розряду
Коефіцієнт додаткової заробітної плати	K_d	0,15	Оплата відпусток, доплат і премій
Ставка єдиного соціального внеску	$K_{есв}$	0,22	Нарахування на фонд оплати праці
Коефіцієнт накладних витрат	K_n	0,25	Адміністративні та загальновиробничі витрати
Нормативний річний фонд часу одного робітника, год	Φ_p	1700	Ефективний фонд робочого часу

Кількість операцій із колесами враховує сезонне переобладнання тракторів, заміну пошкоджених шин, огляд маточин, гальмівних механізмів, підшипників і кріпильних елементів. Найбільше навантаження на майстерню припадає на періоди підготовки до польових робіт.

4.2. Визначення капітальних вкладень у модернізацію пристрою

Капітальні вкладення на реалізацію проектного рішення складаються з витрат на матеріали, покупні комплектувальні вироби, виготовлення деталей, зварювально-складальні роботи, фарбування, монтаж і випробування пристрою. Модернізація передбачає використання рами, опорних роликів, підйомного вузла, поворотно-утримувального ложементу і фіксаторів.

Загальну суму капітальних вкладень визначають за формулою:

$$K = C_M + C_K + C_{\text{виг}} + C_{\text{скл}} + C_{\text{монт}} + C_{\text{ін}}, \text{ грн}, \quad (4.1)$$

де C_M – вартість металу та конструкційних матеріалів; C_K – вартість покупних комплектувальних виробів; $C_{\text{виг}}$ – витрати на механічну обробку деталей; $C_{\text{скл}}$ – витрати на складання, зварювання та фарбування; $C_{\text{монт}}$ – витрати на монтаж і випробування; $C_{\text{ін}}$ – інші організаційно-підготовчі витрати.

Таблиця 4.2 – Розрахунок капітальних вкладень на виготовлення модернізованого пристрою

Стаття витрат	Сума, грн	Питома вага, %	Зміст витрат
Конструкційний метал, профіль, листова сталь, кріплення	18000	32,7	Рама, стійки, опори, підсилювачі, площадки
Покупні комплектувальні вироби	14500	26,4	Гідравлічний вузол, колеса візка, ролики, підшипники, фіксатори
Механічна обробка деталей	6500	11,8	Токарні, свердлильні та фрезерні операції
Зварювально-складальні роботи	7200	13,1	Складання рами, перевірка геометрії, зачистка швів
Фарбування і антикорозійний захист	2800	5,1	Ґрунтування, емаль, підготовка поверхонь
Монтаж, налагодження і випробування	4000	7,3	Перевірка стійкості, вантажопідйомності, плавності ходу
Інші витрати	2000	3,6	Технічна документація, транспортування матеріалів
Разом	55000	100,0	Загальні капітальні вкладення

Загальна сума капітальних вкладень становить $K = 55000$ грн. Для підприємства така сума є помірною, оскільки пристрій виготовляється переважно силами ремонтної майстерні та може застосовуватися для тракторів, причепів, автомобілів і окремих сільськогосподарських машин.

4.3. Розрахунок зміни трудомісткості робіт

Основним джерелом економічного ефекту є скорочення трудомісткості зняття та встановлення коліс. У базовому варіанті час витрачається на ручне підведення колеса до маточини, утримання у вертикальному положенні та багаторазове коригування висоти. У проектному варіанті ці дії виконує підйомно-поворотний механізм пристрою.

Річну трудомісткість робіт у базовому варіанті визначають за формулою:

$$T_6 = N_k \cdot t_6 = 168 \cdot 1,55 = 260,4 \text{ люд-год.} \quad (4.2)$$

Річну трудомісткість робіт у проектному варіанті становитиме:

$$T_{\Pi} = N_k \cdot t_{\Pi} = 168 \cdot 0,48 = 80,64 \text{ люд-год.} \quad (4.3)$$

Річна економія трудомісткості дорівнює:

$$\Delta T = T_6 - T_n = 260,4 - 80,64 = 179,76 \text{ люд-год.} \quad (5.4)$$

Таблиця 4.3 – Порівняння трудомісткості базового і проектного варіантів

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант	Зміна
Кількість операцій за рік, шт.	168	168	–
Трудомісткість однієї операції, люд-год	1,55	0,48	-1,07
Річна трудомісткість, люд-год	260,40	80,64	-179,76
Кількість основних виконавців	2	1	-1
Зниження трудомісткості, %	–	–	69,0
Умовне вивільнення робочого часу, частка працівника	–	–	0,106

Зниження трудомісткості визначають за формулою:

$$\eta_t = (\Delta T / T_6) \cdot 100 = (179,76 / 260,4) \cdot 100 = 69,0 \%. \quad (4.5)$$

Модернізований пристрій майже у 3,2 раза зменшує витрати живої праці на одну операцію. Економія 179,76 люд-год становить близько 6,1 % від річної трудомісткості робіт майстерні, причому вона припадає на пікові періоди підготовки техніки.

4.4. Розрахунок економії заробітної плати та експлуатаційних витрат

Для оцінки економії фонду оплати праці визначають розрахункову вартість однієї людино-години з урахуванням тарифної ставки, додаткової заробітної плати, єдиного соціального внеску та накладних витрат. Для слюсаря-ремонтника прийнято тарифну ставку 120 грн/год.

Розрахункова вартість однієї людино-години становить:

$$C_{\text{лг}} = C_t \cdot (1 + K_d) \cdot (1 + K_{\text{св}}) \cdot (1 + K_n), \quad (4.5)$$

$$C_{\text{лг}} = 120 \cdot (1 + 0,15) \cdot (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,25) = 210,45 \text{ грн/люд-год.}$$

Річна економія витрат на оплату праці з урахуванням нарахувань і накладних витрат дорівнює:

$$E_{\text{зп}} = \Delta T \cdot C_{\text{лг}} = 179,76 \cdot 210,45 = 37834,54 \text{ грн.} \quad (4.6)$$

Крім прямої економії праці, використання пристрою скорочує простої техніки. Для розрахунку прийнято, що середнє скорочення простою становить 0,30 машино-год на одну операцію, а умовна вартість години простою дорівнює 250 грн.

$$E_{\text{пр}} = N_k \cdot \Delta t_{\text{пр}} \cdot C_{\text{пр}} = 168 \cdot 0,30 \cdot 250 = 12600 \text{ грн.} \quad (4.7)$$

Додатково враховується зменшення втрат від пошкодження різьби шпильок, дисків, шин і ніпелів. Для проектного варіанта прийнято зменшення таких непрямих втрат на 12000 грн за рік, а також економію 6000 грн за рахунок меншої потреби у допоміжних такелажних засобах.

Таблиця 4.4 – Річна економія від впровадження модернізованого пристрою

Джерело економії	Розрахунок	Сума, грн
Зменшення трудомісткості робіт	$179,76 \cdot 210,45$	37834,54
Скорочення простою машин	$168 \cdot 0,30 \cdot 250$	12600,00
Зменшення пошкоджень коліс, дисків і кріплення	Прийнято розрахунково	12000,00
Зменшення потреби у допоміжних такелажних засобах	Прийнято розрахунково	6000,00
Разом річна економія	ΣE	68434,54

Річні експлуатаційні витрати на пристрій включають амортизаційні відрахування, технічне обслуговування, поточний ремонт, мастильні матеріали та незначні допоміжні витрати.

Таблиця 4.5 – Річні експлуатаційні витрати на пристрій

Стаття витрат	Методика визначення	Сума, грн
Амортизаційні відрахування	$55000 \cdot 0,10$	5500,00
Технічне обслуговування і мастильні матеріали	$55000 \cdot 0,05$	2750,00
Поточний ремонт	$55000 \cdot 0,03$	1650,00
Енерговитрати та допоміжні матеріали	Прийнято розрахунково	900,00
Разом експлуатаційні витрати	$\Sigma V_{\text{експ}}$	10800,00

4.5. Визначення річного економічного ефекту, строку окупності та рентабельності

Річний економічний ефект від впровадження модернізованого пристрою визначають як різницю між загальною річною економією та додатковими річними експлуатаційними витратами:

$$E_p = \Sigma E - \Sigma V_{\text{експ}} = 68434,54 - 10800,00 = 57634,54 \text{ грн.} \quad (4.7)$$

Строк окупності капітальних вкладень визначають за формулою:

$$T_{\text{ок}} = K / E_p = 55000 / 57634,54 = 0,95 \text{ року.} \quad (4.8)$$

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень становить:

$$E_k = E_p / K = 57634,54 / 55000 = 1,05. \quad (4.9)$$

Рентабельність проектного рішення відносно капітальних вкладень визначають за формулою:

$$R = (E_p / K) \cdot 100 = (57634,54 / 55000) \cdot 100 = 104,8 \%. \quad (5.10)$$

Таблиця 4.6 – Узагальнені показники економічної ефективності

Показник	Позначення	Значення	Оцінка результату
Капітальні вкладення, грн	K	55000,00	Одноразові витрати на виготовлення пристрою
Річна економія до врахування експлуатаційних витрат, грн	ΣE	68434,54	Економія праці, простоїв і непрямих втрат
Річні експлуатаційні витрати, грн	$\Sigma \text{Вексп}$	10800,00	Амортизація, ТО, ремонт, матеріали
Річний економічний ефект, грн	E_p	57634,54	Позитивний результат
Строк окупності, років	Ток	0,95	Менше одного року
Коефіцієнт економічної ефективності	E_k	1,05	Вищий за нормативний рівень
Рентабельність проекту, %	R	104,8	Проект економічно доцільний

Одержаний строк окупності 0,95 року свідчить про високу ефективність проектного рішення. Навіть за умови зменшення фактичної кількості операцій з колесами строк окупності залишиться прийнятним, оскільки основні витрати є одноразовими, а економічний ефект формується щороку.

4.6. Вплив проектного рішення на організацію технічного сервісу МТП

Модернізований пристрій має прямий економічний і організаційний ефект. Після його впровадження операції з колесами можна виконувати на окремому посту без залучення кран-балки або навантажувача, що розвантажує інші виробничі дільниці.

У базовому варіанті демонтаж великогабаритного колеса потребує участі двох-трьох працівників, а інколи й допоміжної машини. У проектному варіанті основні дії виконує один слюсар, а другий працівник залучається лише для контролю безпеки та перевірки затягування кріплення.

Важливим результатом є підвищення якості ремонту. Плавне підведення колеса до маточини зменшує перекоси, удари, пошкодження різьбових з'єднань, ризик биття колеса та додаткових навантажень на підшипники маточин.

Проектне рішення позитивно впливає на охорону праці: зменшується потреба у ручному утриманні колеса, знижується ризик падіння вантажу, затискання пальців і перенапруження працівників.

Організаційно пристрій доцільно розмістити на посту разом із підставками, динамометричним ключем, гайковертами, стелажем для кріплення та засобами очищення посадкових поверхонь. Це дозволить виконувати повний комплекс робіт із колесами в одному місці.

Після впровадження пристрою річна трудомісткість робіт майстерні зменшується з 2950 до 2770,24 люд-год. Вивільнений час доцільно спрямувати на профілактику, діагностику ходових систем і підготовку машин до сезону.

Висновки до розділу

У результаті техніко-економічного обґрунтування встановлено, що модернізація пристрою для зняття та встановлення коліс є доцільною для проектного сільськогосподарського підприємства площею 2500 га. Загальні капітальні вкладення становлять 55000 грн.

Річна трудомісткість операцій із колесами у базовому варіанті становить 260,4 люд-год, а після впровадження пристрою зменшується до 80,64 люд-год. Економія робочого часу дорівнює 179,76 люд-год, або 69,0 %. У масштабі всієї ремонтної майстерні це зменшує загальну трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт приблизно на 6,1 %.

Річна економія від зниження трудомісткості, скорочення простоїв машин, зменшення пошкоджень коліс і зниження потреби у допоміжних такелажних засобах становить 68434,54 грн. Після врахування річних експлуатаційних витрат у сумі 10800 грн річний економічний ефект дорівнює 57634,54 грн. Строк окупності капітальних вкладень становить 0,95 року, а рентабельність проектного рішення – 104,8 %.

Отже, запропоноване проектне рішення є технічно обґрунтованим та економічно ефективним. Його впровадження зменшує собівартість ремонтно-обслуговуючих робіт, підвищує продуктивність праці та покращує умови роботи слюсарів-ремонтників.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності ремонтно-обслуговуючих робіт у сільськогосподарському підприємстві з площею угідь 2500 га, розташованому в зоні Лісостепу Житомирської області. У роботі підібрано сучасний склад машинно-тракторного парку, визначено обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт, розраховано річну трудомісткість технічного сервісу, яка становить близько 2950 люд.-год, а також обґрунтовано необхідність функціонування власної ремонтної майстерні.

Проаналізовано технологічний процес зняття та встановлення коліс тракторів, комбайнів, причепів та іншої мобільної сільськогосподарської техніки. Встановлено, що ці операції є трудомісткими, фізично важкими та небезпечними через значну масу коліс, складність їх центрування відносно маточини, ризик зміщення або падіння, а також можливість пошкодження кріпильних елементів. Тому застосування модернізованого пристрою для монтажу й демонтажу коліс є технічно доцільним і спрямоване на зменшення фізичного навантаження на працівників, підвищення точності встановлення коліс, скорочення часу виконання операцій та покращення умов праці.

У розділі з охорони праці визначено основні небезпечні виробничі фактори та запропоновано заходи безпеки під час виконання робіт із колесами великогабаритної техніки. Виконані розрахунки освітлення, вентиляції та зусилля переміщення колеса підтвердили можливість безпечної організації робіт у ремонтній майстерні. У техніко-економічному обґрунтуванні встановлено, що впровадження модернізованого пристрою є економічно ефективним: капітальні вкладення становлять 55 000 грн, річний економічний ефект – 57 634,54 грн, строк окупності – 0,95 року, рівень рентабельності – 104,8 %.

Таким чином, у роботі досягнуто поставлену мету – підвищення ефективності технічного сервісу машинно-тракторного парку шляхом модернізації пристрою для зняття та встановлення коліс. Запропоноване

технічне рішення забезпечує зменшення трудових витрат, скорочення простою техніки, підвищення безпеки ремонтних операцій і може бути рекомендоване до впровадження у ремонтній майстерні сільськогосподарського підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. John Deere. 8R 410 Tractor: технічні характеристики моделі 8R 410, потужність 410 к.с., гідравлічна система, маса машини. URL: <https://www.deere.com/en/tractors/row-crop-tractors/row-crop-8-family/8r-410-tractor/> (дата звернення: 21.05.2026).
2. John Deere. Row-Crop Tractors 6R 215: технічні характеристики трактора 6R 215, потужність 215 к.с., трансмісія та гідросистема. URL: <https://www.deere.com/en/tractors/row-crop-tractors/row-crop-6-family/6215r-tractor/> (дата звернення: 21.05.2026).
3. John Deere. 6M 155 Utility Tractor та 6M 125 Utility Tractor: технічні характеристики тракторів 6M. URL: <https://www.deere.com/> (дата звернення: 21.05.2026).
4. John Deere. S7 700/S7 800 Combine: технічні характеристики зернозбиральних комбайнів серії S7. URL: <https://www.deere.com/> (дата звернення: 21.05.2026).
5. HORSCH. Pronto 6-7 DC: робоча ширина 6,00-7,20 м, місткість бункера 4000/5000 л. URL: <https://www.horsch.com/en/products/seeding-technology/disc-seed-drills/pronto-6-7-dc> (дата звернення: 21.05.2026).
6. AMAZONE. Catros+ 6003-2 та UX Super: технічні параметри ґрунтообробної техніки та обприскувачів. URL: <https://amazone.net/> (дата звернення: 21.05.2026).
7. LEMKEN. Juwel 8: параметри оборотних плугів, кількість корпусів і діапазон потужності тракторів. URL: <https://lemken.com/en-en/agricultural-machines/soil-cultivation/ploughing/mounted-ploughs/juwel-8> (дата звернення: 21.05.2026).
8. Manitou. MLT 737-130 PS+: вантажність 3700 кг, висота підйому 6,90 м, потужність 129 к.с. URL: <https://www.manitou.com/en-GB/our-machines/agricultural-telehandlers/mlt-737-130-ps-plus-s1> (дата звернення: 21.05.2026).

9. Heywood J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. 2nd ed. New York : McGraw-Hill Education, 2018. 1056 p.
10. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.
11. Борак К. В. Impact of soil moisture on wear intensity of the actuating elements of soil processing machines. Міжнародний науковий журнал «Проблеми трибології». 2020. № 2. С 34–41.
12. Борак К. В. Impact of soil moisture on wear intensity of the actuating elements of soil processing machines. Проблеми трибології. 2020. № 2. С 34–41.
13. Rogovskii, I. L., Borak, K. V., Maksimovich, E. Yu., Smelik, V. A., Voinash, S. A., Maksimovich, K. Yu., & Sokolova, V. A. (2020). Wear resistance of blade and disc working bodies of tillage tilling machines hardened by electrodes. T-series. Journal of Physics : Conference Series. 1679 (4), art. №. 042084.
14. Борак К. В., Куликівський В. Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів. Ч. 1: Теоретичні основи матеріалознавства : навч. посіб. Житомир : Поліський нац. ун-т, 2024. 101 с.
15. Сідашенко О. І., Науменко О. А., Поліський В. М. Ремонт машин та обладнання : підручник. Київ : Агроосвіта, 2014. 665 с.
16. Сідашенко О. І., Тіхонов О. В., Лисиченко М. Л. Технічний сервіс машин у сільськогосподарському виробництві : навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2017. 360 с.
17. Черновол М. І., Аулін В. В., Замота Т. М. Надійність сільськогосподарської техніки : навч. посіб. Кіровоград : КНТУ, 2010. 320 с.
18. Гевко Б. М., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Технологічні основи машинобудування : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2011. 384 с.
19. Борак К. В., Ткачук Б. М., Торгонський В. С. Перспективи розвитку технічного сервісу МТП в АПК. Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента

УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України. С. 61-62.

20. Кравчук В. І., Грицишин М. І., Коваль С. М. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2012. 512 с.

21. Погорілий Л. В., Коваль С. М. Машиновикористання в землеробстві : навч. посіб. Київ : Урожай, 2010. 384 с.

22. Ткаченко І. Г., Гевко Б. М., Погріщук Б. В. Основи проектування і розрахунку машин та обладнання : навч. посіб. Тернопіль : Економічна думка, 2009. 268 с.

23. Мельник І. І., Гречкосій В. Д., Марченко В. В. Проектування технологічних процесів у рослинництві : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2015. 352 с.

24. 2. Sivak R., Kulykivskyi V., Savchenko V., Minenko S., & Borovskyi V. Determination of porosity functions in the pressure treatment of iron-based powder materials in agricultural engineering. Scientific Horizons. 2023. Vol. 26, №. 3. P. 124–134.

25. Довідник інженера-механіка сільськогосподарського виробництва / за ред. В. І. Кравчука. Київ : Урожай, 2010. 456 с.

26. 8 Series Tractors / John Deere. URL: <https://www.deere.com/8R> (дата звернення: 21.05.2026).

27. 6R 250 Tractor / John Deere. URL: <https://www.deere.com/en/tractors/utility-tractors/6-family-utility-tractors/6250r/> (дата звернення: 21.05.2026).

28. 6M 155 Utility Tractor / John Deere. URL: <https://www.deere.com/en/tractors/utility-tractors/6-family-utility-tractors/6m-155-tractor/> (дата звернення: 21.05.2026).

29. S7 800 Combine / John Deere. URL: <https://www.deere.com/en/harvesting/s-series-combines/s7-800/> (дата звернення: 21.05.2026).

30. Pronto 6–7 DC. Disc seed drills / HORSCH. URL: <https://www.horsch.com/en-ca/products/seeding-technology/disc-seed-drills/pronto-6-7-dc> (дата звернення: 21.05.2026).

31. UX Super trailed sprayer / AMAZONE. URL: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/ux-super-trailed-sprayer-50992/anhaengespritze-ux-super-2082302> (дата звернення: 21.05.2026).

32. Juwel 8 Plough / LEMKEN. URL: <https://lemken.com/en-en/agricultural-machines/soil-cultivation/ploughing/mounted-ploughs/juwel-8> (дата звернення: 21.05.2026).

33. MLT 737-130 PS+ Agricultural telehandler / Manitou. URL: <https://www.manitou.com/en-GB/our-machines/agricultural-telehandlers/mlt-737-130-ps-plus> (дата звернення: 21.05.2026).

34. Mobley R. K. An Introduction to Predictive Maintenance. 2nd ed. Oxford : Butterworth-Heinemann, 2002. 438 p.

35. Campbell J. D., Jardine A. K. S., McGlynn J. Asset Management Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2011. 496 p.