

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТА
ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ З РОЗРОБКОЮ
ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДА ПЕРЕВІРКИ ГАЛЬМІВНОЇ
СИСТЕМИ»**

Виконав:

здобувач вищої освіти освітнього ступеня
«Бакалавр» освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання

Михайло БАЧУК

Керівник:

доцент

Олександр ОЛЕНЮК

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

«____» _____ 2026 р.

Допускається до захисту:

«____» _____ 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми

«Агроінженерія» спеціальності

208 «Агроінженерія», доцент

Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ

м. Кам'янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ	4
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1. Загальні відомості про об'єкт проєктування	7
1.2. Стан матеріально-технічної бази автомобільного парку підприємства	8
1.3. Обґрунтування теми та задач роботи	10
Висновки до першого розділу	11
2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІДПРИЄМСТВА	12
2.1. Вибір та обґрунтування методу організації технічного обслуговування автомобілів	12
2.2. Технологічний розрахунок виробничої програми технічного обслуговування та ремонту	13
2.3. Проєктування відділення технічного обслуговування та підбір технологічного обладнання	23
2.4. Розробка схеми технологічного процесу ремонту автомобіля	25
Висновки до другого розділу	26
3. РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДА ПЕРЕВІРКИ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ	27
3.1. Призначення й область застосування обраної конструкції	27
3.2. Опис запропонованої конструкції	27
3.3. Розрахунки на міцність	29
3.3.1. Розрахунок силового циліндра механізму упору	29

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата			
Розроб.	Бачук				Зміст		
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дуганець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						2	2
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

3.3.2. Розрахунок валу барабана	30
3.3.3. Розрахунок шпонки.....	31
3.3.4. Розрахунок втулочно-пальцевої муфти	32
Висновки до третього розділу	34
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	35
4.1.Охорона праці у відділенні технічного обслуговування	35
4.2.Охорона довкілля	37
Висновки до четвертого розділу	39
5. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	40
Висновки до п'ятого розділу	41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ.....	48

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ:

1. Планування відділення ТО.
2. Схема технологічного процесу ремонту автомобіля.
3. Діагностичний стенд перевірки гальмівної системи.
4. Робочі креслення.
5. Техніко-економічні показники.

УДК 629.113.004.5:621.833

Бачук М.І. «Удосконалення технології ремонту та обслуговування автомобілів з розробкою діагностичного стенда перевірки гальмівної системи» (Кваліфікаційна робота). – Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». 2026 – 43 с., 5 листів графічно-ілюстративної частини.

Кваліфікаційна робота присвячена вдосконаленню системи технічного обслуговування та ремонту рухомого складу автотранспортного підприємства. Проаналізовано загальні характеристики підприємства, визначено обсяги технічних впливів і розраховано виробничу програму. Розроблено конструкцію діагностичного стенда для перевірки гальмівної системи з виконанням необхідних розрахунків міцності та надійності вузлів. Розглянуто питання охорони праці, виробничої санітарії та захисту довкілля. Обґрунтовано економічну доцільність впровадження проектних рішень з розрахунком капітальних вкладень і строку окупності.

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт, рухомий склад, автотранспортне підприємство, гальмівна система, діагностичний стенд.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата	Реферат		
Розроб.	Бачук						
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дузанець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						5	1
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

ВСТУП

Забезпечення надійної та безпечної роботи автомобільного парку є одним із ключових завдань технічної служби будь-якого аграрного підприємства. В умовах інтенсивної сільськогосподарської діяльності транспортні засоби експлуатуються переважно на ґрунтових і польових дорогах із підвищеними динамічними навантаженнями, що прискорює знос вузлів і агрегатів та об'єктивно збільшує обсяги технічного обслуговування і ремонту. За таких умов ефективна організація технічної служби підприємства та своєчасне виявлення несправностей набувають першочергового значення.

Особливої уваги заслуговує технічний стан гальмівної системи як найважливішого елемента активної безпеки вантажного автомобіля. Незадовільний стан гальм є одним із провідних чинників дорожньо-транспортних пригод за участю вантажних транспортних засобів. Разом із тим на більшості малих і середніх підприємств агропромислового комплексу контроль гальмівної системи досі виконується суб'єктивними методами – за відчуттями водія або шляхом дорожніх випробувань, – що не забезпечує необхідної точності та відтворюваності результатів.

Вирішення цієї проблеми потребує впровадження сучасного діагностичного обладнання безпосередньо у відділенні технічного обслуговування підприємства, а також удосконалення технологічного процесу ТО і ремонту в цілому.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ					
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата						
Розроб.	Бачук				Вступ			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Оленюк								6	1
Н. контр.	Девін				ЗВО «ПДУ», ІТФ					
Затв.	Дуганець									

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Загальні відомості про об'єкт проєктування

Об'єктом проєктування є аграрне підприємство ТОВ «АФ «Подільська Зернова Компанія», розташоване в с. Лозова Хмельницького району Хмельницької області. Підприємство спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур – озимої пшениці, кукурудзи на зерно, соняшнику та ріпаку – а також займається зберіганням і первинною обробкою сільськогосподарської продукції. Загальна площа сільськогосподарських угідь становить близько 2 400 га, що відповідає середньому рівню для аграрних підприємств регіону.

До складу виробничої бази підприємства входять: зерносховище ємністю 8 000 т, склади для зберігання мінеральних добрив і паливно-мастильних матеріалів, відкритий майданчик для стоянки техніки, а також виробнича майстерня для технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу. Штатна чисельність персоналу підприємства складає близько 65 осіб, з яких безпосередньо обслуговуванням техніки займаються 4 механізатори та 2 водії-ремонтники. Виробничий сезон охоплює весь календарний рік, однак пікове навантаження на рухомий склад припадає на весняно-польовий і збиральний періоди (квітень-жовтень), що обумовлює нерівномірний характер використання автотранспорту протягом року.

Підприємство знаходиться у Хмельницькій області, яка розташована на південному заході Східноєвропейської рівнини в зоні лісостепу та мішаних лісів. Клімат регіону – помірно континентальний, з м'якою зимою та теплим вологим літом. Середня температура найхолоднішого місяця (січень)

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата	Загальна характеристика об'єкта проєктування		
Розроб.	Бачук						
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дуганець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						7	5
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

становить $-5,0 \dots -5,5$ °C, а найтеплішого (липень) – близько $+19$ °C. Абсолютний максимум температури влітку може сягати $+36 \dots +38$ °C, а в окремі зими мінімум опускається до $-31 \dots -35$ °C. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 500–640 мм, із яких близько 70% припадає на теплий сезон. Переважаючий напрямок вітрів – північно-західний та південно-східний взимку, північно-східний – влітку.

Рельєф місцевості хвилястий, абсолютна висота над рівнем моря в середньому складає 275 м. Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами та сірими лісовими ґрунтами на лесових суглинках. Глибина промерзання ґрунту в зимовий сезон складає 50–80 см, тривалість зимового періоду – 100–115 днів на рік.

Кліматичні умови Хмельницької області в цілому є сприятливими для ведення сільськогосподарського виробництва. Водночас значний річний перепад температур (понад 70 °C між абсолютними екстремумами), підвищена вологість у теплу пору та сезонне бездоріжжя суттєво підвищують інтенсивність зношування вузлів і агрегатів автомобілів. Це зумовлює підвищені вимоги до організації технічного обслуговування рухомого складу, зокрема – необхідність проведення сезонних технічних обслуговувань (СО) двічі на рік і застосування пускових підігрівачів двигунів у холодну пору року.

1.2. Стан матеріально-технічної бази автомобільного парку підприємства

Автомобільний парк підприємства налічує 18 одиниць рухомого складу різного призначення. До його складу входять вантажні автомобілі-самоскиди для перевезення зерна та сипучих матеріалів, бортові вантажівки для господарських перевезень, спеціалізований автомобіль-бензовоз, а також легкові позашляховики для виробничих роз'їздів. Переважну частину парку складають автомобілі іноземного виробництва, що відповідає сучасним тенденціям оновлення рухомого складу аграрних підприємств України. MAN та DAF стабільно входять до числа найпопулярніших вантажних марок на

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		8

вторинному ринку України завдяки надійності, економічності та пристосованості до важких дорожніх умов.

Детальний склад автомобільного парку підприємства наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Склад автомобільного парку підприємства

№	Марка, модель	Тип кузова	Вантажопідйомність, т	Кількість, од.
1	MAN TGL 12.220	Самоскид	5,0	4
2	DAF LF 45.180	Бортовий	5,5	3
3	КамАЗ-5511	Самоскид	13,0	3
4	Iveco Daily 65C17	Фургон	3,5	2
5	Toyota Hilux (VIII пок.)	Пікап	1,0	2
6	Ford Ranger (PXII)	Пікап	1,0	2
7	МАЗ-5337	Цистерна	8,0	2
	Разом			18

Середній вік автомобілів парку становить 10-15 років, що є характерним показником для аграрних підприємств регіону. Технічний стан рухомого складу в цілому задовільний, проте більшість одиниць потребує регулярного проведення технічного обслуговування та своєчасного поточного ремонту. Зокрема, автомобілі МАЗ-5337 та КамАЗ-5511, що мають найбільший строк експлуатації, характеризуються підвищеним рівнем зношування основних агрегатів – двигуна, трансмісії та ходової частини.

Виробнича майстерня підприємства, де виконуються роботи з технічного обслуговування та ремонту автомобілів, розташована на центральній садибі. Площа відділення технічного обслуговування складає 144 м². Наявне технологічне обладнання включає: оглядову яму, пересувний підйомник, компресорну установку, верстак слюсарний, прилади для діагностування систем автомобіля, мастилороздавальне обладнання та стелажі для зберігання запасних частин. Разом з тим, рівень оснащеності майстерні не повністю відповідає сучасним вимогам щодо проведення технічного

обслуговування автомобілів, зокрема відсутнє стендове обладнання для діагностування гальмівної системи, що знижує якість та ефективність технічного контролю транспортних засобів.

Для підвищення якості технічного обслуговування рухомого складу та зниження витрат на експлуатацію автомобілів доцільним є вдосконалення технологічного процесу ТО і ремонту, реконструкція відділення ТО із переоснащенням та розробка спеціалізованого діагностичного стенда перевірки гальмівної системи.

1.3. Обґрунтування теми та задач роботи

Технічний стан автомобільного парку підприємства, значний середній вік рухомого складу (10-15 років) та інтенсивні умови його експлуатації в сільськогосподарському виробництві зумовлюють необхідність удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту. Зростання витрат на підтримання транспортних засобів у технічно справному стані при одночасному дефіциті кваліфікованих кадрів і сучасного діагностичного обладнання є характерною проблемою для аграрних підприємств Хмельницької області. Ефективна організація технічного обслуговування безпосередньо впливає на надійність рухомого складу, безпеку дорожнього руху та економічні показники підприємства.

Гальмівна система є одним з найважливіших вузлів активної безпеки транспортного засобу. Її технічний стан безпосередньо визначає безпеку водія, пасажирів та вантажу, що перевозиться. Відсутність на підприємстві спеціалізованого стендового обладнання для діагностування гальмівної системи не дозволяє об'єктивно оцінити її ефективність та своєчасно виявити несправності, зокрема нерівномірність гальмівних зусиль по осях і колесах, підвищений хід педалі гальма, негерметичність гідравлічного приводу. Це суттєво знижує рівень безпеки та є прямим порушенням вимог чинних нормативних документів щодо технічного стану транспортних засобів.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		10

Метою даної кваліфікаційної роботи є удосконалення технології ремонту та обслуговування автомобільного парку підприємства та розробка діагностичного стенда перевірки гальмівної системи для підвищення якості технічного обслуговування і безпеки експлуатації рухомого складу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- розрахувати річну трудомісткість робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів, розробити рекомендації щодо реконструкції та переоснащення відділення ТО та розробити схему технологічного процесу ремонту автомобіля;
- розробити конструкцію діагностичного стенда для перевірки гальмівної системи;
- розробити заходи з охорони праці та довкілля;
- визначити техніко-економічні показники запропонованих рішень.

Висновки до першого розділу

У першому розділі охарактеризовано об'єкт проєктування – ТОВ «АФ «Подільська Зернова Компанія», наведено природно-кліматичні умови розташування підприємства, зокрема визначено, що помірно континентальний клімат регіону зі значним перепадом температур і сезонним бездоріжжям суттєво підвищує інтенсивність зношування агрегатів рухомого складу та ставить підвищені вимоги до організації технічного обслуговування. Проаналізовано склад автомобільного парку підприємства, що налічує 18 одиниць різного призначення із середнім строком служби 10-15 років, та описано стан матеріально-технічної бази. Встановлено, що рівень оснащеності майстерні не повністю відповідає сучасним вимогам – зокрема, відсутнє стендове обладнання для діагностування гальмівної системи. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано тему роботи та сформульовано задач роботи.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Вибір та обґрунтування методу організації технічного обслуговування автомобілів

Організація технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) автомобілів в умовах підприємства є одним із ключових факторів, що визначають технічну готовність рухомого складу та ефективність транспортного виробництва. В основу організації ТО і ремонту автомобілів покладено систему планово-попереджувального технічного обслуговування та ремонту (ППР), яка передбачає обов'язкове проведення регламентних робіт після відпрацювання встановленого нормою пробігу, незалежно від фактичного технічного стану вузлів і агрегатів автомобіля.

Планово-попереджувальна система передбачає такі основні види технічних впливів: щоденне технічне обслуговування (ЩТО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2), сезонне технічне обслуговування (СО) та поточний ремонт (ПР). Перевагою цієї системи є чітке планування обсягів і строків проведення робіт, що дозволяє завчасно підготувати необхідні запасні частини, інструмент і матеріали, а також раціонально організувати працю виконавців. [2]

Залежно від числа і рівня спеціалізації постів розрізняють чотири основні методи організації ТО: тупиковий (на універсальних постах), операційно-постовий (на спеціалізованих постах), потоковий (на потокових лініях) та агрегатно-зональний. Вибір методу обумовлюється головним чином розміром та різномарочністю рухомого складу, добовою виробничою програмою та наявними виробничими площами.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата			
Розроб.	Бачук				Організація технічного обслуговування і ремонту рухомого складу підприємства		
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дуганець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						12	15
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

Тупиковий метод передбачає виконання всіх або більшості операцій ТО на одному універсальному посту. Перевагами є можливість обслуговування різномарочних автомобілів на одному пості, а також суміщення ТО з роботами супутнього ПР. До недоліків належать: необхідність використання робітників більш високої кваліфікації (робітників-універсалів), нижча продуктивність праці та забруднення виробничого приміщення відпрацьованими газами при маневруванні автомобілів. [3, 4]

Потоковий метод є найбільш прогресивним і забезпечує: скорочення трудомісткості робіт, підвищення ступеня використання технологічного обладнання, підвищення трудової дисципліни за рахунок ритмічності виробництва та зниження собівартості обслуговування. Проте для організації потокового методу необхідні значна виробнича програма, одномарочний або технологічно сумісний склад парку та достатні виробничі площі. Потоковий метод рекомендується для ТО-1 при розрахунковій кількості робочих постів 3 і більше, для ТО-2 – 4 і більше. [5]

З урахуванням того, що автомобільний парк налічує 18 одиниць різномарочного рухомого складу, добова виробнича програма з ТО є незначною, для умов даного підприємства обирається тупиковий метод організації технічного обслуговування автомобілів на універсальних постах. Поточний ремонт виконується на спеціалізованих постах агрегатним методом із використанням оборотного фонду відновлених агрегатів і вузлів, що дозволяє скоротити час простою автомобілів у ремонті.

2.2. Технологічний розрахунок виробничої програми технічного обслуговування та ремонту

Розрахунок річної трудомісткості технічного обслуговування і ремонту рухомого складу є основою для визначення чисельності виробничого персоналу, обґрунтування потреби в технологічному обладнанні та проектування виробничих площ. Розрахунок виконується відповідно до

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		13

«Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту» та галузевих норм технологічного проектування ОНТП-01-91.

Система технічного обслуговування і ремонту, прийнята для підприємства, передбачає такі види технічних впливів: щоденне технічне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2), сезонне технічне обслуговування (СО) та поточний ремонт (ПР). Капітальний ремонт агрегатів і вузлів виконується за кооперацією зі спеціалізованими авторемонтними підприємствами і в даному розрахунку не враховується. [6, 7]

Вихідні дані для розрахунку:

- облікова кількість автомобілів: 18 одиниць;
- режим роботи рухомого складу: 255 робочих днів на рік – для вантажних автомобілів відомчого транспорту (MAN, DAF, КамАЗ, Iveco, MAZ) та 255 днів – для легкових автомобілів-пікапів;
- кліматичний район: помірний (Хмельницька область);
- категорія умов експлуатації: II – відповідає роботі на ґрунтових і частково вдосконалених дорогах сільськогосподарського регіону;
- спосіб зберігання рухомого складу: відкрите ($K_5 = 1,0$).

Встановлені вихідні дані відповідають реальним умовам експлуатації аграрного підприємства: переважна більшість маршрутів пролягає польовими та ґрунтовими дорогами, що підвищує інтенсивність зношування і збільшує нормативну трудомісткість ПР порівняно з базовими значеннями.

Нормативи трудомісткості і пробігу до ТО, є базовими і встановлені для першої (еталонної) категорії умов експлуатації, базових моделей автомобілів, помірного кліматичного району, кількості рухомого складу понад 200–300 одиниць та закритого зберігання. Для приведення нормативів до конкретних умов підприємства вводяться коефіцієнти коригування K_1 – K_5 . [8]

$K_1 = 0,9$ - II категорія умов – зменшення пробігу між ТО;

$K_1 = 1,1$ - II категорія умов – підвищення трудомісткості ПР

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		14

$K_2 = 1,15$ - Автомобілі-самоскиди KamAZ-5511, MAN TGL

$K_2 = 1,20$ - Iveco Daily, MAZ-5337, Toyota Hilux, Ford Ranger

$K_2 = 1,0$ - DAF LF 45.180 – базова бортова платформа

$K_3 = 1,0$ - Помірний кліматичний район

$K_4 = 1,55$ - Малий парк, обмежена спеціалізація ТО

$K_5 = 1,0$ - Відкритий майданчик

Коефіцієнт $K_4 = 1,55$ відображає ту обставину, що на малих підприємствах з різноманітним складом парку відсутня можливість повноцінної спеціалізації постів і виконавців, що об'єктивно підвищує витрати праці на одиницю технічного впливу.

Результуючі коефіцієнти коригування трудомісткості, що застосовуються для ТО - K_2, K_4 ; для ПР - K_1, K_2, K_3, K_4, K_5

Скоригована нормативна періодичність ТО для вантажних автомобілів:

$$L^{\text{кор}} = L^{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

де $L^{\text{н}}$ - нормативна періодичність ТО для вантажних автомобілів, км,

$$L_{\text{ТО1}}^{\text{н}} = 4000 \text{ км}; L_{\text{ТО2}}^{\text{н}} = 16000 \text{ км}.$$

$$L_{\text{ТО1}}^{\text{кор}} = 4000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 3600 \text{ км}$$

$$L_{\text{ТО2}}^{\text{кор}} = 16000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 14400 \text{ км}$$

Для легкових автомобілів (пікапи Toyota Hilux, Ford Ranger):

$$L_{\text{ТО1}}^{\text{кор}} = 5000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 4500 \text{ км}$$

$$L_{\text{ТО2}}^{\text{кор}} = 20000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 18000 \text{ км}$$

Зменшення нормативного пробігу між технічними обслуговуваннями ($K_1 = 0,9$) обумовлено підвищеним забрудненням і зношуванням агрегатів при роботі в умовах II категорії, що відповідає реальній практиці обслуговування аграрної техніки. [9]

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		15

Коефіцієнт технічної готовності α_T характеризує частку автомобілів парку, справних і готових до роботи у будь-який робочий день. Він враховує простої рухомого складу в технічному обслуговуванні і поточному ремонті та визначається за формулою:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{\text{сд}} \cdot d_{\text{ТО,ПР}}/1000} \quad (2.2)$$

де $l_{\text{сд}}$ – середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$d_{\text{ТО,ПР}}$ – нормативний простій в ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу.

Нормативи простою приймаються відповідно до класифікації рухомого складу: для автомобілів великої вантажопідйомності (5-6 т) – 0,38 дн./1000 км; для особливо великої вантажопідйомності (понад 10 т, КамАЗ-5511) – 0,53 дн./1000 км (з урахуванням коефіцієнта $K_1 = 1,1$ для II категорії умов); для автомобілів середньої вантажопідйомності (Iveco Daily) – 0,35 дн./1000 км; для цистерн (МАЗ-5337) – 0,43 дн./1000 км; для легкових автомобілів середнього класу (Toyota Hilux, Ford Ranger) – 0,25 дн./1000 км. [10]

Середньодобовий пробіг для аграрного підприємства є значно меншим, ніж для міських автотранспортних підприємств, що обумовлено локальним характером перевезень (поля, склади, зерносховища) та сезонним режимом роботи. Для самоскидів, зайнятих на внутрішньогосподарських перевезеннях зерна, $l_{\text{сд}}$ прийнято 35–45 км, для бортових вантажівок – 50 км, для паливозаправника МАЗ-5337 та Iveco Daily – 35–45 км, для пікапів – 40 км.

Таблиця 2.1

Розрахунок коефіцієнту технічної готовності

Марка, модель	$l_{\text{сд}}$	$d_{\text{ТО,ПР}}/1000$	α_T
MAN TGL 12.220	45	0,38	0,983
DAF LF 45.180	50	0,38	0,981
КамАЗ-5511	35	0,53	0,985
Iveco Daily 65C17	45	0,35	0,984
Toyota Hilux	40	0,25	0,990
Ford Ranger	40	0,25	0,990
МАЗ-5337	35	0,43	0,985

Отримані значення $\alpha_T = 0,981-0,990$ свідчать про те, що в середньому 98–99% автомобілів кожної групи щоденно є технічно справними та готовими до виходу на лінію, що є прийнятним показником для підприємства даного типу.

Сумарний річний пробіг кожної групи автомобілів визначається з урахуванням кількості автомобілів, режиму роботи та коефіцієнта технічної готовності:

$$L_{\Sigma i} = A_i \cdot D_p \cdot l_{cd} \cdot \alpha_T \quad (2.3)$$

де A_i – кількість автомобілів у групі, од.;

D_p – кількість робочих днів на рік;

Кількість технічних обслуговувань кожного виду за рік визначається на основі річного пробігу та скоригованої нормативної відстані між обслуговуваннями:

$$N_{TO2} = \frac{L_{\Sigma}}{L_{TO2}^{кор}} \quad (2.4)$$

$$N_{TO1} = \frac{L_{\Sigma}}{L_{TO1}^{кор}} - N_2 \quad (2.5)$$

$$N_{ЩО} = A_i \cdot D_p \quad (2.6)$$

При визначенні N_1 із загальної кількості обслуговувань за пробіг L_1 вираховується кількість ТО-2, оскільки кожне ТО-2 проводиться замість чергового ТО-1 і включає весь обсяг робіт ТО-1. Кількість ЩО визначається окремо як добуток числа автомобілів на кількість робочих днів – незалежно від пробігу, щоденне обслуговування проводиться при кожному виході на лінію. Розрахунки зведені до таблиці 2.2.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
						17
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2

Річна виробнича програма з ТО автомобільного парку

Марка, модель	A_i	D_p	l_{cd}	α_T	L_Σ	$N_{\text{ЩО}}$	$N_{\text{ТО1}}$	$N_{\text{ТО2}}$
MAN TGL 12.220	4	255	45	0,983	45 120	1 020	9,4	3,1
DAF LF 45.180	3	255	50	0,981	37 523	765	7,8	2,6
КамАЗ-5511	3	255	35	0,985	26 373	765	5,5	1,8
Iveco Daily 65C17	2	255	45	0,984	22 583	510	4,7	1,6
Toyota Hilux	2	255	40	0,990	20 196	510	3,4	1,1
Ford Ranger	2	255	40	0,990	20 196	510	3,4	1,1
МАЗ-5337	2	255	35	0,985	17 582	510	3,7	1,2
РАЗОМ	18	—	—	—	189 573	4590	43,9	14,5

Загальний річний пробіг усього автопарку становить близько 189,6 тис. км. Найбільший внесок у загальний пробіг дають чотири самоскиди MAN TGL 12.220 (45 120 км), що відповідає їх основній функції – зерновозів, зайнятих у пікові сезони збирання та транспортування врожаю. Порівняно невеликий пробіг КамАЗ-5511 (26 373 км) пояснюється переважно внутрішньогосподарським характером його роботи при малих відстанях перевезення. [11]

Вихідні нормативи трудомісткості технічних обслуговувань і поточного ремонту приймаються з «Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів» і коригуються відповідно до конкретних умов підприємства. Розрахунок виконується для кожної групи автомобілів окремо.

Базові нормативи:

- для MAN TGL 12.220 (самоскид, вантажопідйомність 5 т – велика вантажопідйомність): $t_{\text{ТО1}}^n = 3,6$ люд.-год; $t_{\text{ТО2}}^n = 14,4$ люд.-год; $t_{\text{ПР}}^n = 3,4$ люд.-год/1000 км;

- для КамАЗ-5511 (самоскид, вантажопідйомність 13 т – особливо велика): $t_{\text{ТО1}}^n = 7,8$ люд.-год; $t_{\text{ТО2}}^n = 31,2$ люд.-год; $t_{\text{ПР}}^n = 6,1$ люд.-год/1000 км;

Скориговані нормативи для всього рухомого складу підприємства зведено в таблицю 2.3.

Скориговані нормативи трудомісткості ТО і ПР

Марка, модель	K ₂	t _{ЩО}	t _{ТО1}	t _{ТО2}	t _{ПР}
MAN TGL 12.220	1,15	0,35	6,42	25,67	6,67
DAF LF 45.180	1,00	0,30	5,58	22,32	5,80
КамАЗ-5511	1,15	0,58	13,90	55,61	11,96
Iveco Daily 65C17	1,20	0,36	6,70	26,78	6,14
Toyota Hilux	1,20	0,30	6,32	25,11	4,30
Ford Ranger	1,20	0,30	6,32	25,11	4,30
МАЗ-5337	1,20	0,42	10,60	40,18	10,23

Примітка: K₄ = 1,55 для парку до 25 одиниць технологічно сумісного рухомого складу.

Слід звернути увагу на суттєве зростання нормативів після коригування порівняно з базовими значеннями: трудомісткість ТО і ПР зросла в 1,55-1,80 рази. Це пояснюється насамперед коефіцієнтом K₄ = 1,55 (малий парк) та підвищенням K₂ для спеціалізованих кузовів. Такий рівень є об'єктивно обґрунтованим для невеликих аграрних підприємств, де відсутній поточний запас вузлів і деталей, а кожен ремонт вимагає індивідуального підбору запасних частин.

Річні обсяги робіт з технічного обслуговування і ремонту визначаються за такими формулами.

Трудомісткість щоденного обслуговування:

$$T_{\text{ЩО}} = N_{\text{ЩО}} \cdot t_{\text{ЩО}}^{\text{кор}} = A_i \cdot D_p \cdot t_{\text{ЩО}}^{\text{кор}} \quad (2.7)$$

Щоденне обслуговування включає операції прибирання, зовнішнього огляду, заправлення та контрольно-оглядові роботи. Незважаючи на невелику разову трудомісткість (0,30-0,58 люд.-год), завдяки щоденному виконанню воно формує найбільшу складову загальної річної трудомісткості. [8]

Трудомісткість ТО-1 і ТО-2:

$$T_{\text{ТО1}} = N_{\text{ТО1}} \cdot t_{\text{ТО1}}^{\text{кор}} \quad (2.8)$$

$$T_{\text{ТО2}} = N_{\text{ТО2}} \cdot t_{\text{ТО2}}^{\text{кор}} \quad (2.9)$$

Трудомісткість сезонного обслуговування:

$$T_{\text{СО}} = A_i \cdot 2 \cdot m_1 \cdot t_{\text{ТО2}}^{\text{кор}} \quad (2.10)$$

де $m_1 = 0,2$ – частка трудомісткості СО відносно ТО-2 для помірного кліматичного району.

Сезонне обслуговування проводиться двічі на рік – навесні (підготовка до літньої експлуатації) і восени (підготовка до зимової), і суміщається з черговим ТО-2.

Трудомісткість поточного ремонту:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{L_{\Sigma}}{1000} \cdot t_{\text{ПР}}^{\text{кор}} \quad (2.11)$$

Трудомісткість ПР визначається питомою нормою у люд.-год на 1000 км пробігу і залежить від типу та вантажопідйомності автомобіля. Найвище значення питомої трудомісткості ПР має КамАЗ-5511 (11,96 люд.-год/1000 км) через складну конструкцію, значний ступінь зношування та важкі умови роботи.

Річна трудомісткість ТО і ПР автомобільного парку зведена у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4

Річна трудомісткість ТО і ПР автомобільного парку

Марка, модель	$T_{\text{ЩО}}$	$T_{\text{ТО1}}$	$T_{\text{ТО2}}$	$T_{\text{СО}}$	$T_{\text{ПР}}$	T_{Σ}
MAN TGL 12.220 (4 од.)	346,8	60,3	79,6	41,1	301,0	828,8
DAF LF 45.180 (3 од.)	229,5	43,5	58,0	26,8	217,6	575,4
КамАЗ-5511 (3 од.)	436,0	76,5	100,1	66,7	315,4	994,7
Iveco Daily 65C17 (2 од.)	183,6	31,5	42,8	21,4	138,7	418,0
Toyota Hilux (2 од.)	153,0	21,5	27,6	20,1	86,8	309,0
Ford Ranger (2 од.)	153,0	21,5	27,6	20,1	86,8	309,0
МАЗ-5337 (2 од.)	214,2	39,2	48,2	32,1	179,9	513,6
РАЗОМ	1716,1	294,0	383,9	228,3	1326,2	3948,5

Структура річної трудомісткості за видами робіт показана в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Структура річної трудомісткості ТО і ПР

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год	Частка, %
ЩО (щоденне обслуговування)	1716,1	43,5
ТО-1	294,0	7,4
ТО-2	383,9	9,7
СО (сезонне обслуговування)	228,3	5,8
ПР (поточний ремонт)	1326,2	33,6
Разом	3948,5	100

Аналіз структури свідчить, що найбільша трудомісткість припадає на ЩО (43,5%) та поточний ремонт (33,6%). Висока питома вага ЩО пов'язана з необхідністю щоденного виконання контрольно-оглядових та заправних операцій для всіх 18 автомобілів протягом 255 робочих днів. Значна частка ПР (33,6%) обумовлена II категорією умов експлуатації, підвищеним середнім віком парку (10–15 років) та складними дорожніми умовами сільськогосподарського регіону. Порівняно невелика частка ТО-1 і ТО-2 (разом 17,1%) пояснюється скорочення річного пробігу автомобілів через локальний характер перевезень – при малих добових пробігах (35–50 км) планові ТО проводяться відносно рідко. [12]

Найбільш трудомістким є КамАЗ-5511 (994,7 люд.-год або 25,2% від загального обсягу), що пояснюється великою вантажопідйомністю (13 т), конструктивною складністю та підвищеними нормативами трудомісткості ПР. Автомобілі-пікапи Toyota Hilux і Ford Ranger формують найменший обсяг робіт (по 309,0 люд.-год), що відповідає їх легковому класу та меншій конструктивній складності порівняно з вантажівками.

Кількість технологічно необхідних робітників зони ТО і ПР (без ЩО, яке виконується водіями) розраховується як:

$$P_T = \frac{T_{\text{ТО+ПР}}}{F_M} \quad (2.12)$$

де $F_M = 2070$ год – річний фонд часу одного робочого місця.

$$P_T = \frac{294,0 + 383,9 + 228,3 + 1326,2}{2070} \approx 1 \text{ особа}$$

Штатна чисельність виробничих робітників з урахуванням відпусток, хвороб та інших невиходів:

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_{\Sigma}}{F_p} \quad (2.13)$$

де $F_p = 1840$ год – річний фонд часу ремонтного робітника.

$$P_{\text{ш}} = \frac{3948,5}{1840} \approx 2 \text{ особи}$$

Отриманий результат підтверджує достатність штату підприємства - 2 водії-ремонтники для виконання планових обсягів ТО і ПР при раціональній організації праці. Водночас для забезпечення якісного виконання всього обсягу робіт, включаючи ЩО, залучення механізаторів до обслуговування техніки є обґрунтованим і необхідним.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		22

2.3. Проектування відділення технічного обслуговування та підбір технологічного обладнання

Відділення технічного обслуговування автомобілів є центральним виробничим підрозділом ремонтно-обслуговуючої бази підприємства. Суміжними з відділенням є: вулканізаційна ділянка, службові приміщення, приміщення для теплої стоянки автомобілів та відділення технічного обслуговування електрообладнання і приладів живлення. Такий функціональний зв'язок дозволяє забезпечити короткі маршрути переміщення автомобілів між виробничими ділянками та мінімізувати непродуктивні пересування персоналу. [10-12]

Існуюче відділення оснащено двома оглядовими ямами і має морально застаріле обладнання, яке не відповідає сучасним вимогам до діагностики та обслуговування вантажних автомобілів. Метою реконструкції є переоснащення відділення сучасним технологічним обладнанням, що забезпечить підвищення якості та скорочення термінів виконання робіт з ТО, а також надасть можливість проводити інструментальну перевірку гальмівної системи автомобілів безпосередньо на підприємстві без виїзду на спеціалізовані станції техогляду.

Кількість виробничих постів відділення технічного обслуговування приймаємо 2:

Пост 1 – універсальний пост ТО і ПР. На ньому виконується весь комплекс ТО-1, ТО-2, СО, ПР та щоденного обслуговування, що не вимагають спеціального діагностичного устаткування.

Пост 2 – спеціалізований діагностичний пост. На ньому виконуються контрольно-діагностичні роботи, перевірка стану гальмівної системи, регулювання гальм та кутів нахилу коліс.

Площа зони ТО перевіряється розрахунком:

$$F_3 = f_a \cdot X_3 \cdot K_{щ} \quad (2.14)$$

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		23

де f_a – площа, яку займає автомобіль у плані за габаритними розмірами, м²;

X_3 – кількість постів;

$K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розстановки постів.

Як розрахунковий автомобіль приймається MAN TGL 12.220 – один із найбільш часто використовуваних і найдовших автомобілів парку (довжина 6 500 мм, ширина 2 350 мм):

$$f_a = 6,5 \cdot 2,35 = 15,28 \text{ м}^2$$

Для двостороннього розташування постів при невеликій їх кількості (до 10) коефіцієнт щільності $K_{щ} = 4,0$:

$$F_3 = 15,28 \cdot 2 \cdot 4,0 = 122,2 \text{ м}^2$$

Фактична площа відділення становить 144 м², що перевищує мінімально розрахункову. Це забезпечує достатній простір для розміщення технологічного обладнання, необхідних проходів між постами та обладнанням згідно з нормами технологічного проектування. [7]

Підбір обладнання виконується з урахуванням характеристик автопарку підприємства, особливостей виконуваних робіт та вимог нормативних документів до оснащення зон ТО. Оскільки парк містить важкі вантажні автомобілі, основним підйомно-оглядовим засобом залишаються оглядові ями.

Нововведенням є встановлення роликового гальмівного стенду на посту 2. Роликові гальмівні стенди є найбільш ефективним засобом діагностування гальмівних систем вантажних автомобілів, оскільки дозволяють вимірювати гальмівні зусилля на кожному колесі окремо, виявляти нерівномірність гальмування, контролювати стан тормозних накладок та перевіряти стояночне гальмо.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		24

Для живлення пневматичних інструментів передбачений поршневий компресор Fini МК 103-200 з ресивером 200 л і робочим тиском 10 бар. Продуктивності 350 л/хв достатньо для одночасної роботи двох пневмоінструментів. Для мастильно-заправних операцій передбачені маслосбірник з насосом та нагнітач мастила, що дозволяють виконувати ці операції механізованим способом і виключають забруднення підлоги відпрацьованими матеріалами.

Планування відділення ТО після приведення на листу 1 графічної частини.

2.4. Розробка схеми технологічного процесу ремонту автомобіля

Технологічний процес ремонту автомобіля являє собою сукупність послідовних операцій, спрямованих на відновлення працездатності рухомого складу до нормативного рівня. Розроблено схему технологічного процесу що представлена на листі 2 графічної частини.

Процес розпочинається з прийняття автомобіля в ремонт: механік підприємства оформлює приймально-здавальний акт, у якому фіксується комплектність і перелік виявлених несправностей. Після цього виконується зовнішнє очищення та миття – обов'язкова умова якісного огляду, особливо важлива для техніки, що експлуатується у польових умовах. [5]

Наступним етапом є передремонтне діагностування, яке визначає подальший маршрут автомобіля. Якщо виявлено лише незначні несправності – виконуються роботи з номерного ТО та усунення дрібних дефектів, після чого машина повертається замовнику. У разі підтвердження необхідності ремонту автомобіль направляється на поточний ремонт з подальшим розбиранням на вузли та агрегати.

Знімальні агрегати проходять очищення, після чого приймається рішення: агрегати з критичним зносом направляються на капітальний ремонт по кооперації, решта – на розбирання до рівня деталей. Після очищення

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		25

деталей виконується їх дефектація – сортування на три групи: придатні до подальшого використання, деталі що потребують ремонту (відновлення) та непридатні, що списуються в утиль. Відновлені, придатні та нові (зі складу запасних частин) деталі надходять на ремонт, комплектування та складання агрегату.

Зібрані агрегати встановлюються на автомобіль у ході складання машини. Після складання обов'язково проводяться обкатка, регулювання та фарбування: перевіряються всі регульовальні параметри, гальмівна система перевіряється на роликовому стенді відділення ТО. Завершується процес видачею машини з ремонту з оформленням акта та рекомендаціями щодо режиму перших кілометрів після ремонту. [11]

Впровадження у відділенні ТО сучасного діагностичного обладнання – роликового гальмівного стенду, люфт-детектора і діагностичного сканера – дозволяє підвищити якість передремонтного діагностування та точніше визначати необхідний обсяг ремонтних робіт, скорочуючи загальний час простою автомобіля.

Висновки до другого розділу

У другому розділі виконано комплекс технологічних розрахунків та проєктних рішень з організації технічного обслуговування і ремонту автомобільного парку підприємства. Обґрунтовано метод організації ТО, визначено річну трудомісткість робіт з усіх видів технічних впливів, на підставі якої встановлено необхідну кількість виробничих постів і чисельність персоналу. Виконано перевірку відповідності наявної площі відділення ТО розрахунковим нормативам та підібрано технологічне обладнання для його переоснащення. А також розроблена схема технологічного процесу ремонту автомобіля, яка відображає повний виробничий цикл.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДА ПЕРЕВІРКИ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Призначення й область застосування обраної конструкції

Гальмівна система є одним із найважливіших вузлів активної безпеки автомобіля, від технічного стану якого безпосередньо залежить безпека дорожнього руху. У процесі експлуатації відбувається знос гальмівних накладок і барабанів (дисків), збільшення зазорів між накладкою і барабаном, порушення герметичності гідравлічного або пневматичного приводу, нерівномірне спрацювання елементів на різних колесах. Наслідком цих дефектів є зниження гальмівного зусилля, нерівномірність гальмування по осях і колесах, збільшення гальмівного шляху – що у сукупності становить пряму загрозу безпеці. [13, 14]

Для об'єктивного контролю технічного стану гальмівної системи застосовуються діагностичні стенди роликового типу, які дозволяють вимірювати гальмівне зусилля на кожному колесі окремо в статичному режимі без виїзду автомобіля на дорогу. На відміну від дорожніх випробувань, роликовий стенд забезпечує відтворювані умови вимірювання, кількісну оцінку нерівномірності гальмування між колесами однієї осі, а також перевірку стоянкового гальма.

3.2. Опис запропонованої конструкції

Розроблений стенд відноситься до роликових стендів силового типу, принцип дії яких ґрунтується на примусовому обертанні коліс діагностованої осі автомобіля від опорних роликів та вимірюванні гальмівних сил, що

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата			
Розроб.	Бачук				Розробка діагностичного стенда перевірки гальмівної системи	Літера	Аркуш
Перевір.	Оленюк						27
							8
Н. контр.	Девін					ЗВО «ПДУ», ІТФ	
Затв.	Дуганець						

виникають на їх поверхні в момент гальмування. Стенд призначений для почергової перевірки кожної осі автомобіля з навантаженням до 15 000 кг.

Конструктивно стенд складається з таких основних вузлів: зварної несучої рами (1), роlikової установки з двома парами опорних роликів (2), двох мотор-редукторів з електродвигунами потужністю 2,2 кВт кожний (3), чотирьох тензорезисторних датчиків навантаження (4), двох датчиків проковзування (5), блоку датчиків наявності автомобіля, пульта керування з контролером та дисплеєм (6), а також заднього підйомного ролика. Усі вузли роlikової установки змонтовано на зварній прямокутній рамі, яка встановлюється стаціонарно в підлогу або в оглядову яму поста діагностики.

Ролики виготовлені з високоміцної сталі та мають рифлену (шипову) поверхню для забезпечення надійного зчеплення з шиною автомобіля в усьому діапазоні типорозмірів від легкових до важких вантажівок. Кожна пара роликів приводиться в обертання від окремого мотор-редуктора, що забезпечує незалежне вимірювання гальмівної сили на лівому і правому колесі осі. Між опорними роликами встановлено задній підйомний ролик, який у піднятому положенні полегшує наїзд та зїзд автомобіля зі стенда. [15]

Після наїзду осі автомобіля на роlikову установку та спрацювання датчиків наявності автомобіля виконується автоматичне зважування осі через датчики навантаження. Далі мотор-редуктори починають обертати ролики з робочою швидкістю (відповідно до режиму: легковий або вантажний автомобіль). При натисканні на педаль гальма виникаючі реактивні моменти гальмівних сил сприймаються тензорезисторними датчиками, які перетворюють механічну деформацію на електричні сигнали, що надходять до контролера. Контролер обробляє сигнали та відображає на дисплеї пульта такі параметри: масу діагностованої осі (кг), гальмівну силу на лівому і правому колесі (кН), питому гальмівну силу осі, відносну різницю гальмівних сил коліс однієї осі (%), час спрацювання гальмівної системи (с), а також результат перевірки стоянкового гальма.

Отримані значення автоматично порівнюються з нормативними згідно з ДСТУ 3649:2010 та виводяться на дисплей з позначкою «норма» або «відхилення». Тривалість перевірки однієї осі не перевищує 3–5 хвилин; повна перевірка тривісного автомобіля займає не більше 20 хвилин, що суттєво скорочує час діагностування порівняно з дорожніми методами. [16, 17]

3.3. Розрахунки на міцність

3.3.1. Розрахунок силового циліндра механізму упору

Приймаємо розміри силового циліндра, показаного на рис 3.1.

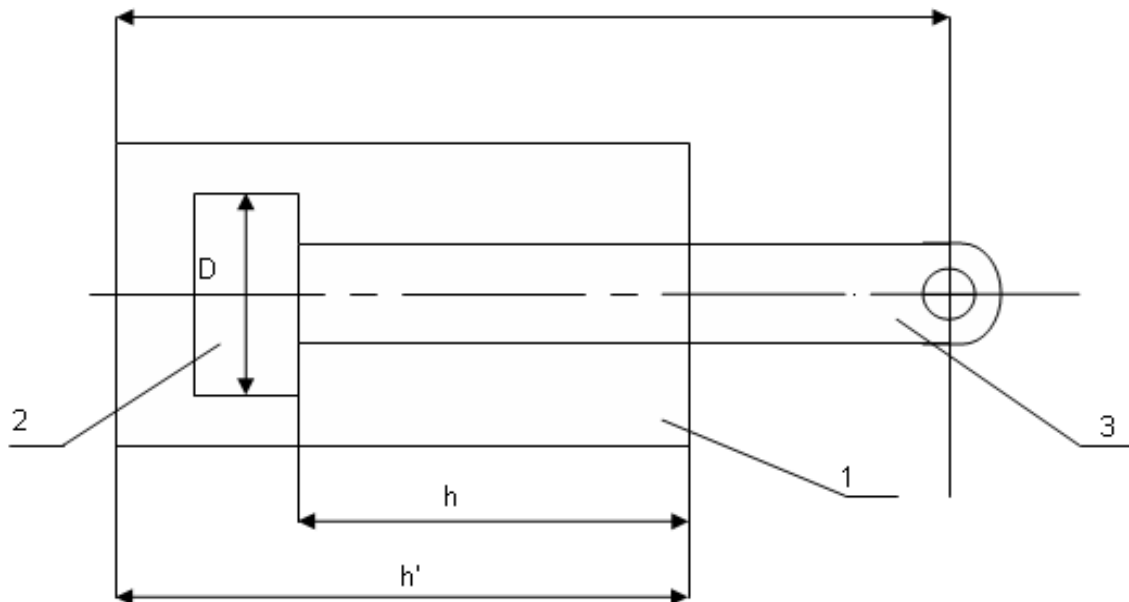


Рисунок 3.1 - Схема силового циліндра:

$$D = 75 \text{ мм}, h = 200 \text{ мм}, h' = 280 \text{ мм}, h'' = 515 \text{ мм}$$

1 – корпус силового циліндра; 2 – поршень; 3 – шток

Умовна максимальна сила тяги автомобіля при прокручуванні барабанів за даними випробувань складає 10 кН. Таким чином, циліндр силового механізму повинний при підпорі передніх коліс утримувати них із зусиллям не менш 5 кН.

З конструктивних розумінь і даних ДСТ діаметр поршня прийнятого силового циліндра $D = 7,5$ см, тоді для нього площа поперечного переріза буде дорівнює:

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4} \quad (3.1)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 7,5^2}{4} = 44 \text{ см}^2$$

Робочий тиск P_2 , необхідний для утримання автомобіля на стенді, складе:

$$P_2 = \frac{G_A}{\omega \cdot h} \quad (3.2)$$

де h – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя; $h = 0,85$.

$$P_2 = \frac{5,0}{44 \cdot 0,85} = 1,33$$

3.3.2. Розрахунок валу барабана

При масі автомобіля $G_T = 3095$ кг, автомобіль спирається двома задніми колесами на чотири барабани, отже, маса автомобіля, що приходить на один вал барабана, дорівнює:

$$G'_T = \frac{G_T \cdot 2}{3 \cdot 4} \quad (3.3)$$

де $G_T = 3095$ кг – маса автомобіля.

$$G'_T = \frac{3095 \cdot 2}{3 \cdot 4} = 515,8 \text{ кг}$$

Розраховуємо вал барабана, знаючи, що навантаження, сприймане барабаном від автомобіля $Q = 51584 \text{ Н}$, а вал установлений на двох радіальних підшипниках.

Опора згинальних моментів валу являє собою рівнобічну трапецію.

Максимальний згинальний момент

$$M = F_a = Q \cdot a/2, \quad (3.4)$$

де a – відстань від підшипника до барабана.

$$M = 5,15810^3 \cdot 0,05 = 0,130 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Прийmemo напругу, що допускається, на вигин

$$[Gu] = 87,50 \text{ МПа} = 87,50 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Необхідний діаметр валу дорівнює:

$$d = \sqrt[3]{10M/[Gu]} \quad (3.5)$$

$$d = \sqrt[3]{10 \cdot 130/87,5 \cdot 10^6} \approx 0,03 \text{ м} = 30 \text{ мм}$$

3.3.3. Розрахунок шпонки

Перевіримо шпонкове з'єднання на міцність, якщо діаметр валу $d=30\text{мм}$, крутний момент $T = 790 \text{ Нм}$, матеріал валу - сталь 45.

Відповідно діаметрові валу $d = 30 \text{ мм}$ приймаємо по ДСТУ ISO 286-1-2002 призматичну шпонку $10 \times 8 \times 45$, приймаємо для шпонки сталь 45. [18]

Перевіряємо з'єднання на зминання по формулі:

$$G_{cm} = \frac{2T}{dlpK} \leq [G_{cm}] \quad (3.6)$$

де T – крутний момент;

d – діаметр валу;

lp – робоча довжина шпонки;

K – довідковий розмір для розрахунку на зминання;

G_{cm} і $[G_{cm}]$ – розрахункова напруга і напруга зминання, що допускається, для шпонкового з'єднання.

$$G_{cm} = \frac{2,790}{0,030 \cdot 0,45 \cdot 0,0033} = 35,9 \cdot 10^6 \text{ Па} = 35,9 \text{ МПа} \leq [G_{cm}] = 150 \text{ МПа}$$

Перевіряємо шпонку на зріз по формулі:

$$\tau_c = \frac{2T}{dlpb} \leq [\tau_c] \quad (3.7)$$

де τ_c і $[\tau_c]$ – розрахункова напруга і напруга, що допускається, на зріз;

lp , b – довжина і ширина шпонки.

$$\tau_c = \frac{2 \cdot 790}{0,03 \cdot 0,045 \cdot 0,01} = 73,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 73,2 \text{ МПа}$$

$$[\tau_c] = 90 \text{ МПа}$$

Звідси: $73,2 \text{ МПа} \leq 90 \text{ МПа}$

3.3.4. Розрахунок втулично-пальцевої муфти

Розрахунок муфти складається з перевірного розрахунку пружних елементів на зминання:

$$G_{cm} = \frac{2Tk}{ZД \cdot \ell d} \leq [G_{cm}] \quad (3.8)$$

де T_k – розрахунковий крутний момент муфти.

$$T_k = k \cdot T, \quad (3.9)$$

де T – крутний момент, передаваний муфтою при сталому режимі роботи;

$k = (1-6)$ – коефіцієнт динамічності

Z - число пальців;

D – діаметр окружності розташування центрів пальців;

ℓ - довжина втулки;

d – діаметр пальців;

G_{cm} і $[G_{cm}]$ - розрахункова напруга і напруга зминання, що допускається.

$$T_k = 4 \cdot 790 = 3160 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$G_{cm} = \frac{2 \cdot 3160}{6 \cdot 0,215 \cdot 0,06 \cdot 0,025} = 3,2 \cdot 10^6 \text{ МПа} \leq [G_{cm}] = 4$$

Перевірочний розрахунок пальців на вигин:

$$G_u = \frac{T k \ell}{0,1 d^3 Z D} \leq [G_u] \quad (3.10)$$

де G_u і $[G_u]$ - розрахункова напруга і напруга, що допускається, на вигин пальців.

$$G_u = \frac{3160 \cdot 0,06}{0,1 \cdot 0,025^3 \cdot 6 \cdot 0,215} = 78,3 \cdot 10^6 \text{ Па} = 78,3 \text{ МПа} \leq [G_u] = 80 \text{ МПа}$$

Висновки до третього розділу

У третьому розділі розроблено конструкцію діагностичного стенда роликового типу для перевірки гальмівної системи вантажних автомобілів. Обґрунтовано призначення і область застосування стенда, описано принцип його дії та конструктивний склад основних вузлів. Виконано розрахунки на міцність ключових елементів конструкції – силового циліндра механізму упору, валу барабана, шпонкового з'єднання та втулочно-пальцевої муфти. Результати розрахунків підтвердили, що всі розраховані напруження і зусилля не перевищують допустимих значень, що свідчить про достатню міцність і надійність запропонованої конструкції в умовах реальних експлуатаційних навантажень.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		34

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1. Охорона праці у відділенні технічного обслуговування

Організація охорони праці у відділенні технічного обслуговування автомобілів регулюється Законом України «Про охорону праці», НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» та НПАОП 01.41-1.01-01 «Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві». Відповідно до цих документів роботодавець зобов'язаний забезпечити на кожному робочому місці умови праці, що відповідають вимогам нормативно-правових актів, розробити та впровадити систему управління охороною праці, провести атестацію робочих місць за умовами праці. [19]

До роботи у відділенні ТО допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з охорони праці, навчання та перевірку знань з питань безпеки праці. Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на шість місяців. Персонал, задіяний на роботах з підвищеною небезпекою (робота з електроінструментом, підйом автомобілів), проходить спеціальне навчання та стажування на робочому місці. [20]

При виконанні технічного обслуговування і ремонту вантажних автомобілів на персонал впливають такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- механічні – рухомі машини та механізми, падіння деталей і вузлів при розбиранні, самовільний рух автомобіля при встановленні на пості;
- хімічні – пари палива, розчинників, відпрацьовані гази двигунів, пари гальмівної і охолоджувальної рідин;

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата	Охорона праці та довкілля		
Розроб.	Бачук						
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дуганець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						35	5
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

- фізичні – підвищений рівень шуму від роботи компресора та пневмоінструменту (до 85-95 дБА), вібрація при роботі з гайковертом, недостатня освітленість робочих місць;

- електричні – ураження електричним струмом при роботі з переносним електроінструментом, несправному освітленні або порушенні ізоляції.

Концентрація оксиду вуглецю у повітрі робочої зони не повинна перевищувати ГДК = 20 мг/м³, бензину – 100 мг/м³ згідно з ДСН 3.3.6.042-99.

Встановлення автомобіля на пост. Перед в'їздом автомобіля на пост виконавець зобов'язаний переконатися у відсутності сторонніх осіб у зоні руху. Після встановлення на посту автомобіль гальмується стоянковим гальмом, під колеса підкладаються упорні підклини. При вивішуванні автомобіля домкратом встановлюються страхувальні підставки (козелки); виконання робіт під автомобілем, утримуваним лише домкратом, категорично заборонено. [21, 22]

Роботи в оглядовій ямі. При роботі в ямі забороняється переливати і зберігати паливо, зберігати відпрацьовані матеріали. Яма повинна мати електричне освітлення напругою не вище 12 В. Переносні світильники повинні бути виконані в захищеному виконанні. При роботі двигуна на посту необхідно підключати систему газовідводу для відведення відпрацьованих газів.

Перед увімкненням гальмівного станду необхідно переконатися у відсутності сторонніх осіб у зоні роликів. Під час роботи станду забороняється перебувати між автомобілем і стіною, торкатися обертових роликів. Запуск двигуна автомобіля на посту виконується лише за умови підключення газовідвідного шланга. [23]

Відділення ТО відноситься до категорії «В» пожежної небезпеки (горючі речовини). Забороняється зберігати паливо і мастильні матеріали у кількостях, що перевищують добову норму. На видних місцях встановлено порошкові вогнегасники ВП-5. Евакуаційні виходи повинні бути завжди вільними.

Мікроклімат у відділенні ТО регулюється ДСН 3.3.6.042-99. У холодний період року температура повітря повинна підтримуватись не нижче +16°C, відносна вологість – 40-60%. Для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату передбачено опалення приміщення. Природна та механічна вентиляція забезпечує повітрообмін не менше 5 об/год, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-67 для виробничих приміщень категорії В.

Загальне штучне освітлення забезпечує освітленість робочих поверхонь не менше 200 лк, місцеве освітлення (верстак, яма) – не менше 500 лк відповідно до ДБН В.2.5-28. Рівень шуму в приміщенні від роботи компресора не повинен перевищувати 80 дБА (ДСН 3.3.6.037-99); компресор обладнаний звукоізолювальним кожухом або встановлюється у окремому технічному відсіку. [24]

Усі працівники відділення забезпечуються засобами індивідуального захисту: спецодягом (комбінезон, захисні черевики), захисними окулярами при роботі з болгаркою та зварювальними роботами, гумовими рукавицями при роботі з мастильними матеріалами та гальмівною рідиною.

4.2. Охорона довкілля

Діяльність ремонтно-технічного відділення аграрного підприємства здійснює комплексний вплив на навколишнє природне середовище. Основними джерелами забруднення є: відпрацьовані гази автомобільних двигунів, що потрапляють у приміщення та атмосферне повітря під час роботи двигунів на постах і при проведенні обкатки; забруднені стічні води від зовнішнього миття автомобілів; відпрацьовані моторні та трансмісійні оливи, гальмівна і охолоджувальна рідини, що утворюються при заміні або витіканні; використані фільтри, ганчір'я, промащений спецодяг та інші тверді відходи. [25]

Відпрацьовані гази вантажних дизельних двигунів містять: тверді частинки (сажа, PM2.5), оксиди азоту (NO₂), оксид вуглецю (CO), вуглеводні,

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		37

поліциклічні ароматичні вуглеводні. За обсягом викидів найбільший внесок вносять саме дизельні двигуни великої вантажопідйомності, тому організація виведення відпрацьованих газів з приміщення є першочерговим екологічним заходом.

Для зменшення забруднення атмосферного повітря приміщення відділення ТО обладнується централізованою системою витяжки відпрацьованих газів з гнучкими шлангами на кожному посту. Запуск і прогрів двигунів забороняється без підключення газовідвідного шланга. Додатково забезпечується регулярне технічне обслуговування паливної апаратури та систем нейтралізації відпрацьованих газів у відповідності до регламентів ТО, що безпосередньо знижує концентрацію токсичних речовин у вихлопі. Роликовий гальмівний стенд відділення дозволяє своєчасно виявляти незадовільний технічний стан двигуна та призначати коригувальні роботи, що опосередковано сприяє зниженню викидів рухомого складу підприємства. [26, 27]

Планова перевірка технічного стану рухомого складу, зокрема налаштування паливних систем, дозволяє утримувати рівень викидів у відповідності з нормами Євро-5/Євро-6 для автомобілів, що вже мають відповідні системи нейтралізації, та мінімізувати токсичність відпрацьованих газів для решти техніки.

Стічні води від зовнішнього миття автомобілів містять нафтопродукти, суспендовані речовини та залишки мастил, тому скидання їх у відкриті водойми або ґрунт без очищення заборонено. На підприємстві передбачено мийний майданчик з твердим бетонним покриттям, ухилом до приймальних лотків та нафтовловлювачем-відстійником для попереднього очищення мийних вод перед скиданням у каналізаційну мережу. [28]

Відпрацьовані моторні та трансмісійні оливи збираються у спеціальні ємності (маслозбірник з насосом С-508, поз. 9 відділення ТО) і зберігаються у маркованих металевих бочках у відведеному місці до передачі спеціалізованій організації з переробки відпрацьованих нафтопродуктів. Розлив олив і мастил

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		38

на підлогу і ґрунт категорично забороняється. Гальмівна рідина, охолоджувальна рідина (антифриз) та відпрацьований електроліт акумуляторів також збираються роздільно і передаються на утилізацію відповідно до вимог Закону України «Про відходи». [29-31]

Відходи, що утворюються при технічному обслуговуванні і ремонті автомобілів, поділяються на такі основні групи: металобрухт (зношені деталі, металева стружка), небезпечні відходи (відпрацьовані акумулятори, фільтри, гальмівні накладки з вмістом азбесту або металевого пилу), тверді побутові відходи (ганчір'я, упаковка). Поводження з відходами організується відповідно до Закону України «Про відходи»: кожна категорія відходів збирається роздільно у маркованих контейнерах; відходи першого та другого класу небезпеки (акумулятори, відпрацьовані ЗМЗ-рідини) підлягають обов'язковій передачі ліцензованим підприємствам з переробки. Металобрухт передається спеціалізованим підприємствам, що дозволяє частково компенсувати витрати на його збирання та сприяє ресурсозбереженню.

Висновки до четвертого розділу

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища стосовно умов роботи відділення технічного обслуговування підприємства. Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що впливають на персонал при виконанні ТО і ремонту вантажних автомобілів, та встановлено відповідні вимоги безпеки. Обґрунтовано вимоги до параметрів виробничого середовища – мікроклімату, освітленості, рівня шуму та вентиляції, а також визначено склад необхідних засобів індивідуального захисту. Виявлено основні джерела забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунту та запропоновано комплекс природоохоронних заходів: організацію газовідводу, роздільне збирання відпрацьованих олив і рідин, встановлення нафтовловлювача та належне поведження з твердими відходами відповідно до вимог Закону України.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		39

РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Економічна оцінка проєктних рішень є обов'язковою складовою технічного проєкту, оскільки дозволяє підтвердити доцільність запропонованих заходів не лише з технічної, а й із фінансової точки зору. У межах даного розділу визначаються капітальні вкладення, необхідні для реконструкції відділення технічного обслуговування, розраховується цехова собівартість обслуговування рухомого складу та оцінюється річний економічний ефект від впровадження проєктних рішень. [32, 33]

Капітальні вкладення охоплюють три основні складові: витрати на будівельно-монтажні роботи, пов'язані з переплануванням виробничого приміщення; витрати на придбання нового технологічного обладнання та допоміжного оснащення; а також витрати на придбання інструменту та засобів малої механізації. Розрахунок виконується на основі питомих нормативних показників, віднесених до 1 м² загальної корисної площі відділення ТО.

Цехова собівартість технічного обслуговування формується з витрат на оплату праці виробничих робітників з усіма нарахуваннями та загальновиробничих накладних витрат. Загальногосподарські та позавиробничі накладні витрати у розрахунок не включаються, оскільки для обслуговуючих підрозділів аграрного підприємства вони відносяться безпосередньо на собівартість основної сільськогосподарської продукції.

Річний економічний ефект від реалізації проєктних рішень визначається як різниця між витратами на технічне обслуговування за середньогалузевими питомими нормативами та розрахованою цеховою собівартістю. Позитивне значення цього показника свідчить про те, що власна організація ТО і ремонту є економічно вигіднішою порівняно з альтернативним залученням сторонніх

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата	Оцінка економічної ефективності проєктних рішень		
Розроб.	Бачук						
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дуганець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						40	2
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

сервісних підприємств. На підставі капітальних вкладень та річного економічного ефекту визначається термін окупності проєкту.

Повний розрахунок всіх техніко-економічних показників наведено у додатку А.

Зведені результати розрахунків представлені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники

Найменування показників	Значення показників
Вартість додаткових капіталовкладень, грн.	1224000
Річна програма технічних обслуговувань, шт.	240
Загальна трудомісткість робіт, люд-год.	3948,5
Чисельність виробничих робітників, чол.	2
Загальновиробничі накладні витрати, грн.	359961,51
Цехова собівартість при ТО, грн.	1063898
Річний економічний ефект, грн.	424102
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років	2,9

Висновки до п'ятого розділу

У п'ятому розділі виконано економічну оцінку проєктних рішень з реконструкції відділення технічного обслуговування підприємства. Загальний обсяг капітальних вкладень, необхідних для переоснащення відділення площею 144 м², становить 1 224 000 грн., з яких найбільшу частку займають витрати на будівельно-монтажні роботи та придбання технологічного обладнання. Цехова собівартість обслуговування рухомого складу становить 1 063 898 грн., а річний економічний ефект від впровадження проєктних рішень – 424 102 грн. Термін окупності капітальних вкладень складає 2,9 року, що є прийнятним показником для об'єктів технічного сервісу агропромислового комплексу та підтверджує економічну доцільність реконструкції відділення ТО і впровадження нового діагностичного обладнання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі проведено комплексний аналіз автотранспортного підприємства та розроблено технічні й організаційні заходи з підвищення ефективності його функціонування. Результати роботи дозволяють сформулювати такі висновки і рекомендації:

1. Підприємство експлуатує рухомий склад із 18 одиниць різних марок (MAN, DAF, КамАЗ, Iveco, Toyota, Ford та ін.), значна частка парку – автомобілі вантажопідйомністю понад 5 т, що визначає специфіку технічного обслуговування та вимагає організації повноцінної виробничої бази.

2. Загальна трудомісткість технічного обслуговування та ремонту рухомого складу складає 3 948,5 люд.-год. на рік, найбільша частка припадає на поточний ремонт (33,6%) і щоденне обслуговування (43,5%), що свідчить про необхідність чіткого планування змін і раціонального розподілу персоналу.

3. Площа виробничого корпусу становить 144 м², що відповідає нормативним вимогам для обслуговування 18 одиниць рухомого складу. Рекомендується дотримуватись затвердженого планування зон ТО-1, ТО-2 та поточного ремонту для забезпечення безперебійного технологічного процесу.

4. Розроблений діагностичний стенд перевірки гальмівної системи дозволяє об'єктивно оцінювати технічний стан вузлів при навантаженні до 515,8 кН. Конструкція стенда розрахована з урахуванням міцності та надійності основних елементів – рами, осі та підшипникового вузла, що відповідають стандарту ISO 286-1-2002.

5. Впровадження стенда дозволяє скоротити час діагностування гальмівної системи та підвищити безпеку транспортних засобів.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ		
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата	Загальні висновки і рекомендації		
Розроб.	Бачук						
Перевір.	Оленюк						
Н. контр.	Девін						
Затв.	Дуганець						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						42	2
					ЗВО «ПДУ», ІТФ		

Рекомендується використовувати стенд як обов'язковий елемент регламентного ТО-2 для всіх одиниць рухомого складу.

6. На підприємстві дотримано вимоги нормативних документів щодо охорони праці та захисту довкілля (рівень шуму – 85–95 дБ, освітленість – відповідно до ДСН 3.3.6.042-99). Рекомендується забезпечити регулярний контроль викидів PM2.5, NO та CO від рухомого складу, а також вчасну утилізацію відпрацьованих матеріалів.

7. Економічна ефективність прийнятих проєктних рішень підтверджена розрахунками: річний економічний ефект складає 424 102 грн, капітальні вкладення – 1 063 898 грн, а термін окупності – 2,9 року, що свідчить про доцільність впровадження запропонованих заходів.

					01.11-КР.121с.24 02 26.251.ПЗ	Аркуш
Змін	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		43