

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Метрологічне та технологічне забезпечення процесу відновлення кульових опор автомобілів методом полімерного лиття в умовах СТО»

Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Галузь знань 27 Транспорт
Спеціальність 274 Автомобільний транспорт
Освітня програма Автомобільний транспорт

Шифр КвРАТ 26 23063.000 ПЗ

Виконав студент 3 курсу група АТс-23-2



Підпис

Данііл БОДНАР

Керівник к.т.н., доцент каф. ТАМ



Підпис

Олег МАКОВКІН

Нормоконтролер к.т.н., доцент каф. ТАМ



Підпис

Олег БАБАК

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ

9.06.2026

Дата




Підпис

Олександр ДИХА

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства
Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Галузь знань 27 Транспорт
Спеціальність 274 Автомобільний транспорт
Освітня програма Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТАМ


15.04 2026 р. Диха О.В.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Боднару Данілу Андрійовичу
Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: **метрологічне та технологічне забезпечення процесу відновлення кульових опор автомобілів методом полімерного лиття в умовах СТО**
керівник роботи: Маковкін Олег Миколайович, доцент каф. ТАМ.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 20.01.2026 р. № 7 (Д 26)

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали курсових проектів, робіт, практики.

4. Аналіз діяльності станції технічного обслуговування, оцінка матеріально-технічного, кадрового та енергетичного забезпечення підприємства, дослідження ринку послуг СТО.

5. Дослідження технологічних процесів технічного обслуговування, діагностування та ремонту автомобілів, аналіз умов експлуатації та працездатності елементів ходової частини.

6. Розробка технологічного процесу відновлення кульових опор методом полімерного лиття, вибір обладнання та організація робочого місця.

7. Виконання інженерних та енергетичних розрахунків, пов'язаних із функціонуванням обладнання та виробничої ділянки.

8. Економічне обґрунтування проекту, оцінка витрат, доходів, прибутку та терміну окупності, формування висновків і рекомендацій.

9. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З/П	НАЗВА РОЗДІЛУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	СТРОК ВИКОНАННЯ	ПРИМІТКА
1	Аналіз діяльності станції технічного обслуговування, матеріально-технічного забезпечення та ринку послуг СТО	28.05.2026	вик
2	Дослідження процесів технічного обслуговування, діагностування та ремонту автомобілів, аналіз умов роботи ходової частини	08.06.2026	вик
3	Розробка технологічного процесу відновлення кульових опор, підбір обладнання та організація виробничої ділянки	12.06.2026	вик
4	Виконання інженерних, енергетичних та економічних розрахунків, оформлення роботи, висновки	14.06.2026	вик
5	Захист кваліфікаційної роботи	16.06.2026	


Студент



Підпис

Данііл БОДНАР

Керівник кваліфікаційної роботи



Підпис

Олег МАКОВКІН

РЕФЕРАТ

Студент групи АТс-23-2: Боднар Д.А.

Структура та обсяг пояснювальної записки. Кваліфікаційна робота на тему «Метрологічне та технологічне забезпечення процесу відновлення кульових опор автомобілів методом полімерного лиття в умовах СТО» складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Роботу викладено на понад 100 сторінках, з яких основна частина становить більшу частину обсягу. У пояснювальній записці наведено таблиці, рисунки та аналітичні матеріали, що відображають результати досліджень і розрахунків.

У роботі розглянуто особливості функціонування станції технічного обслуговування автомобілів, проаналізовано матеріально-технічне, кадрове та енергетичне забезпечення підприємства. Встановлено основні фактори, що впливають на ефективність роботи СТО, а також визначено напрямки її модернізації.

Особливу увагу приділено дослідженню процесів технічного обслуговування, діагностування та ремонту автомобілів. Проаналізовано умови експлуатації елементів ходової частини, зокрема кульових опор, які працюють в умовах підвищених навантажень та інтенсивного зношування.

Проаналізовано сучасні підходи до відновлення деталей автомобілів. Показано, що застосування методу полімерного лиття дозволяє ефективно відновлювати працездатність кульових опор, підвищувати їх ресурс та знижувати витрати на ремонт.





За результатами виконаних розрахунків і досліджень встановлено, що запропонований технологічний процес відновлення кульових опор є технічно обґрунтованим і забезпечує необхідну якість відновлених вузлів.

Окремо розглянуто питання організації виробничої дільниці, підбору обладнання, виконання інженерних та енергетичних розрахунків, а також економічного обґрунтування проекту. Визначено, що впровадження запропонованих рішень сприяє підвищенню ефективності діяльності підприємства та має економічну доцільність.

Ключові слова: СТО, КУЛЬОВА ОПОРА, ПОЛІМЕРНЕ ЛИТТЯ, ВІДНОВЛЕННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ДІАГНОСТУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	4
АНОТАЦІЯ.....	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УМОВ ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ.....	7
1.1 Загальна характеристика станції технічного обслуговування.....	7
1.2 Аналіз матеріально-технічного забезпечення підприємства.....	7
1.3 Номенклатура та особливості наданих послуг.....	8
1.4 Оцінка техніко-економічних показників діяльності підприємства.....	9
1.5 Аналіз кадрового забезпечення підприємства.....	10
1.6 Характеристика системи електропостачання.....	10
1.7 Особливості водопостачання та водовідведення.....	11
1.8 Система забезпечення стисненим повітрям.....	11
1.9 Аналіз системи вентиляції та мікроклімату.....	12
1.10 Обґрунтування необхідності модернізації підприємства.....	12
1.11 Маркетингове дослідження ринку послуг СТО.....	13
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	14
2.1 Технологічна частина.....	14
2.2 Методи та особливості технічного діагностування ходової частини автомобіля.....	16
2.3 Організація технічного обслуговування та ремонту автомобілів.....	18
2.4 Аналіз умов експлуатації та працездатності передньої підвіски автомобіля.....	21
2.5 Формування технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів.....	27
2.6 Особливості технічного обслуговування легкових автомобілів.....	28

КвРАТ 26 23063.000 ПЗ					
Зм	Арк	№ Докум.	Підпис	Дата	
Виконав		Боднар			Метрологічне та технологічне забезпечення процесу відновлення кульових опор автомобілів методом полімерного лиття в умовах СТО
Перевір.		Маковкін			
Н.контр.		Бабак			Літера
Затвер.		Диха			Аркуш
					Аркушів
					4
					118
					ХНУ, АТс-23-2

2.7 Особливості організації робіт технічного обслуговування і ремонту...	30
2.8 Нормативні вимоги до технічного стану автомобілів після ТО і ремонту	31
2.9 Структура системи технічного обслуговування автомобілів.....	40
2.10 Технічні вимоги до автомобілів, вузлів і агрегатів.....	46
2.12 Розрахунок основних показників СТО.....	50
2.13 Розрахунок кількості постів.....	51
2.14 Розрахунок кількості місць приймання.....	54
2.15 Розрахунок чисельності працівників.....	56
2.16 Визначення потреби в енергоресурсах.....	68
2.17 Визначення потреби в енергоресурсах.....	71
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	78
3.1 Розробка технологічного процесу ремонту шарових опор.....	78
3.2 Розрахунок річного обсягу робіт.....	79
3.3 Визначення кількості виробничих постів.....	82
3.4 Підбір технологічного обладнання.....	83
3.5 Розрахунок площ виробничої ділянки.....	85
3.6 Організація робочого місця.....	100
3.7 Розрахунок різьбового з'єднання екструдера.....	103
3.8 Визначення внутрішнього діаметра гвинта.....	104
3.9 Визначення моменту тертя в різьбі та на торці гвинта.....	105
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ	107
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДІЛЯНКИ	112
ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116
ДОДАТКИ.....	118

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання метрологічного та технологічного забезпечення процесу відновлення кульових опор автомобілів методом полімерного лиття в умовах станції технічного обслуговування.

Проведено аналіз діяльності СТО, її матеріально-технічного, кадрового та енергетичного забезпечення, а також досліджено ринок автосервісних послуг. Визначено основні недоліки функціонування підприємства та обґрунтовано необхідність його модернізації.

Досліджено особливості технічного обслуговування, діагностування та ремонту автомобілів, проаналізовано умови експлуатації елементів ходової частини, зокрема кульових опор.

Розроблено технологічний процес відновлення кульових опор із застосуванням методу полімерного лиття, визначено послідовність виконання операцій, підібрано необхідне обладнання та обґрунтовано організацію виробничої дільниці.

Виконано інженерні, енергетичні та економічні розрахунки, що підтверджують технічну доцільність і ефективність впровадження запропонованого рішення.

Ключові слова: СТО, кульова опора, полімерне лиття, відновлення, технічне обслуговування, діагностування, технологічний процес, економічна ефективність.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УМОВ ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

1.1 Загальна характеристика станції технічного обслуговування

Об'єктом дослідження є станція технічного обслуговування автомобілів (СТО), розташована в місті Хмельницький. Підприємство спеціалізується на виконанні комплексу робіт з технічного обслуговування та ремонту (ТО і ТР) легкових автомобілів, а також на проведенні діагностування їх технічного стану.

Основними напрямками діяльності СТО є виконання слюсарно-механічних робіт, заміна моторної оливи в двигунах внутрішнього згорання, ремонт елементів підвіски та ходової частини, обслуговування коліс (шиномонтаж, балансування та ремонт), мийка транспортних засобів, а також діагностування електронних систем автомобіля і вузлів ходової частини.

Функціонування підприємства спрямоване на забезпечення надійної та безпечної експлуатації транспортних засобів шляхом своєчасного виявлення несправностей, відновлення працездатності вузлів і агрегатів та підтримання необхідного рівня технічного стану автомобілів.

1.2 Аналіз матеріально-технічного забезпечення підприємства

Матеріально-технічна база СТО включає комплекс технологічного обладнання, необхідного для виконання діагностичних, ремонтних та обслуговуючих робіт. Основу виробничого оснащення становлять підйомно-транспортні засоби, шиномонтажне обладнання, діагностичні комплекси та допоміжний інструмент.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Склад основного технологічного обладнання СТО

Найменування обладнання	Кількість, од.
Підйомник двостійковий вантажопідйомністю до 4000 кг	1
Станок шиномонтажний	1
Станок балансувальний	1
Компресор повітряний	1
Діагностичний сканер (мотор-тестер)	1
Стенд діагностики гальмівної системи	1
Комплект слюсарного інструменту	4
Пневматичний гайковерт	1
Домкрати гідравлічні підкатні (до 3 т)	2
Верстак слюсарний	1
Освітлювальні прилади (LED)	25
Мийка високого тиску	1

Застосування наведеного обладнання забезпечує виконання основних технологічних операцій з достатнім рівнем продуктивності та точності, що відповідає сучасним вимогам до СТО.

1.3 Номенклатура та особливості наданих послуг

Станція технічного обслуговування надає широкий спектр послуг, пов'язаних із забезпеченням технічної справності автомобілів.

Основними видами послуг є:

- технічне обслуговування двигуна (заміна моторної оливи);
- ремонт і діагностування підвіски та ходової частини;
- шиномонтажні роботи, балансування та ремонт коліс;
- мийка транспортних засобів;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.5 Аналіз кадрового забезпечення підприємства

Кадровий склад станції технічного обслуговування формується відповідно до обсягів виконуваних робіт і включає кваліфікований персонал різних спеціальностей.

Загальна чисельність працівників становить 4 особи, зокрема:

- майстер виробничої дільниці – 1 особа;
- спеціаліст із шиномонтажних робіт – 1 особа;
- діагност – 1 особа;
- автомеханік – 1 особа.

Такий склад персоналу забезпечує виконання основних виробничих процесів, проте при зростанні обсягів робіт може виникнути потреба у розширенні штату.

1.6 Характеристика системи електропостачання

Електропостачання станції технічного обслуговування здійснюється від централізованої міської електричної мережі. Джерелом живлення є трансформаторна підстанція, що забезпечує подачу електроенергії з номінальними параметрами напруги 380/220 В.

Загальна встановлена електрична потужність підприємства становить 36,3 кВт, з яких:

- силове навантаження – 21,3 кВт;
- освітлювальне навантаження – 15 кВт.

Існуюча система електропостачання забезпечує функціонування основного технологічного обладнання, освітлення виробничих приміщень та допоміжних систем. Разом з тим, при модернізації підприємства необхідно передбачити резерв потужності для підключення додаткового обладнання.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.7 Особливості водопостачання та водовідведення

Забезпечення підприємства водою для господарсько-виробничих потреб здійснюється від міського водопроводу. Основні параметри системи водопостачання характеризуються такими показниками:

- діаметр підвідного трубопроводу – 32 мм;
- робочий тиск у мережі – близько 0,4 МПа;
- середньодобове споживання води – близько 100 л;
- річне споживання води – орієнтовно 36 500 л.

Питне водопостачання персоналу організовано за рахунок використання бутильованої води, що постачається спеціалізованими службами доставки.

Наявна система водопостачання є достатньою для виконання основних виробничих процесів, однак потребує вдосконалення у випадку розширення спектра послуг, зокрема організації повноцінної мийки транспортних засобів.

1.8 Система забезпечення стисненим повітрям

Постачання стисненого повітря на СТО здійснюється за допомогою стаціонарного компресора. Компресорна установка забезпечує необхідні параметри повітря для роботи пневматичного інструменту та технологічного обладнання.

Основні характеристики компресорної установки:

- тип – стаціонарний автоматичний компресор;
- робочий тиск – до 0,8 МПа;
- наявність ресивера (накопичувача повітря);
- електропривід значної потужності.

Система стисненого повітря забезпечує стабільну роботу пневмоінструменту, що підвищує продуктивність і якість виконання ремонтних робіт.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.9 Аналіз системи вентиляції та мікроклімату

У виробничих приміщеннях СТО функціонує система витяжної вентиляції з електроприводом. Вона призначена для видалення відпрацьованих газів, парів паливно-мастильних матеріалів та інших шкідливих домішок, що утворюються в процесі виконання технологічних операцій.

Встановлена потужність вентиляційної системи становить близько 1,3 кВт. Технічний стан обладнання є задовільним, що забезпечує підтримання допустимих параметрів мікроклімату в робочій зоні.

Разом з тим, для підвищення ефективності вентиляції доцільним є впровадження локальних витяжних пристроїв у зонах інтенсивного виділення шкідливих речовин.

1.10 Обґрунтування необхідності модернізації підприємства

У результаті аналізу діяльності станції технічного обслуговування виявлено ряд недоліків, що негативно впливають на ефективність виробничих процесів та якість надання послуг.

До основних проблемних аспектів належать:

- обмежена кількість робочих постів, що знижує пропускну здатність підприємства;
- відсутність обладнання для регулювання кутів встановлення коліс (розвал-сходження);
- нераціональне використання виробничих площ;
- недостатня ефективність існуючих технологічних процесів ремонту;
- обмежені можливості виконання мийних робіт через невідповідність приміщення;
- відсутність сучасних технологій відновлення кульових опор.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

З урахуванням зазначених факторів виникає необхідність у модернізації підприємства, яка має бути спрямована на підвищення технологічного рівня виробництва, розширення спектра послуг та покращення якості обслуговування автомобілів.

1.11 Маркетингове дослідження ринку послуг СТО

Аналіз ринку автосервісних послуг у місті Хмельницький свідчить про наявність значної кількості підприємств, що здійснюють технічне обслуговування та ремонт автомобілів. Основну частку ринку займають невеликі СТО та приватні майстерні.

Порівняльний аналіз діяльності конкурентів показує, що більшість підприємств надає стандартний перелік послуг, зокрема технічне обслуговування, ремонт ходової частини та шиномонтажні роботи. При цьому послуги з регулювання кутів встановлення коліс представлені обмеженою кількістю СТО.

Особливо слід відзначити, що послуги з відновлення кульових опор практично відсутні на ринку, що створює перспективну нішу для впровадження відповідної технології.

З урахуванням тенденції до зростання кількості автомобілів та підвищення вимог до якості технічного обслуговування, модернізація досліджуваної СТО є економічно доцільною та конкурентно обґрунтованою.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологічна частина

У даному підрозділі розглядаються основні технологічні аспекти організації виробничого процесу на спеціалізованій станції технічного обслуговування, що виконує ремонт і відновлення елементів ходової частини автомобілів.

Особливу увагу приділено розробленню технологічного процесу відновлення шарових опор, який включає аналіз технічного стану вузлів, вибір раціональних методів ремонту, визначення послідовності виконання операцій, а також обґрунтування застосування сучасних технологій, зокрема методу полімерного лиття (Direct Casting).

У підрозділі наведено перелік основних технологічних операцій, що виконуються на дільниці, зокрема:

- приймання та підготовка виробу до ремонту;
- діагностування (дефектування) вузлів;
- механічна обробка та підготовка поверхонь;
- відновлення робочих поверхонь шарнірів;
- складання та контроль якості виконаних робіт.

Крім того, виконано розрахунок трудомісткості робіт, визначено необхідну кількість виробничих постів, підібрано технологічне обладнання та обґрунтовано організацію робочого простору дільниці.

Організація процесів технічного діагностування транспортних засобів

Технічне діагностування є невід'ємною складовою технологічних процесів приймання, технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Воно являє собою сукупність методів і засобів, спрямованих на визначення фактичного технічного стану об'єкта діагностування (транспортного засобу, його систем, вузлів та агрегатів) із заданою точністю без проведення розбирання.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

В умовах сучасних станцій технічного обслуговування діагностування виступає ключовим етапом, що забезпечує обґрунтованість прийняття рішень щодо подальшого технічного обслуговування або ремонту автомобіля, а також дозволяє мінімізувати витрати часу і ресурсів.

Основними завданнями технічного діагностування на СТО є:

- визначення загального технічного стану транспортного засобу, а також оцінка стану окремих систем, вузлів і агрегатів;
- виявлення місця локалізації несправності, встановлення її характеру та причин виникнення, особливо тих дефектів, що впливають на безпеку дорожнього руху та екологічні показники;
- уточнення та підтвердження відмов і несправностей, зазначених власником транспортного засобу або виявлених у процесі приймання, технічного обслуговування чи ремонту;
- формування інформаційної бази щодо технічного стану автомобіля, включаючи оцінку залишкового ресурсу його вузлів і агрегатів, для ефективного планування технологічних процесів ТО і ТР;
- визначення рівня готовності транспортного засобу до проходження обов'язкового технічного контролю;
- контроль якості виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту;
- забезпечення умов для раціонального використання трудових і матеріальних ресурсів як на рівні підприємства, так і з боку власника автомобіля;
- сприяння підвищенню рівня безпеки дорожнього руху шляхом своєчасного виявлення та усунення потенційно небезпечних несправностей.

Ефективна організація процесів технічного діагностування передбачає використання сучасних діагностичних засобів, впровадження стандартизованих методик контролю та інтеграцію результатів

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

діагностування в загальну систему управління технічним обслуговуванням і ремонтом автомобілів.

Відповідальність за організацію та якість проведення діагностичних робіт на станції технічного обслуговування покладається на технічного керівника або відповідального спеціаліста, який забезпечує дотримання технологічних вимог і нормативних документів.

2.2 Методи та особливості технічного діагностування ходової частини автомобіля

Організація процесів використання діагностичного обладнання на станціях технічного обслуговування має свої особливості, що зумовлені специфікою функціонування СТО. На відміну від автотранспортних підприємств, діяльність СТО орієнтована переважно на індивідуальні потреби власників транспортних засобів, які визначають доцільність виконання тих чи інших технічних впливів залежно від поточного стану автомобіля. Найбільш характерно це проявляється у післягарантійний період експлуатації.

Визначення фактичної потреби у виконанні діагностичних або ремонтних робіт здійснюється на основі аналізу технічного стану транспортного засобу. При цьому враховуються наявність несправностей, ступінь зношування окремих вузлів і агрегатів, а також їх залишковий ресурс, оцінка якого є складним інженерним завданням і потребує застосування сучасних методів діагностування.

У процесі експлуатації автомобіля виникнення несправностей супроводжується появою характерних ознак, таких як підвищені шуми, вібрації, стуки, пульсації тиску, а також зміни функціональних параметрів (зниження потужності, погіршення динамічних характеристик, зміна тиску та продуктивності систем). Зазначені прояви можуть бути використані як

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

діагностичні ознаки, що дозволяють опосередковано оцінити технічний стан відповідних елементів.

Діагностичні параметри відображають функціональний стан систем, вузлів і агрегатів автомобіля та слугують основою для прийняття рішень щодо подальшої експлуатації або необхідності проведення ремонтних робіт. Їх використання дозволяє підвищити точність визначення несправностей і оптимізувати технологічні процеси обслуговування.

Однією з ключових вимог до організації діагностування на СТО є забезпечення гнучкості технологічних процесів у зонах технічного обслуговування та ремонту. Це передбачає можливість комбінування різних діагностичних операцій залежно від технічного стану автомобіля та запитів замовника. У цьому контексті технічне діагностування виконує функцію інтегруючого елемента, що забезпечує зв'язок між окремими етапами обслуговування і ремонту.

У практиці автосервісу застосовуються різні форми організації діагностування, серед яких доцільно виділити:

- комплексне діагностування, що передбачає перевірку максимально можливої кількості параметрів технічного стану автомобіля в межах функціональних можливостей діагностичного обладнання. Окремим випадком такого підходу є експрес-діагностування, при якому основна увага приділяється вузлам і системам, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху;
- вибіркоче діагностування, яке здійснюється за зверненням власника транспортного засобу та передбачає перевірку окремих систем або вузлів. У цьому випадку обсяг діагностичних операцій визначається індивідуально, що забезпечує більшу гнучкість і адаптивність процесу обслуговування.

Таким чином, раціональна організація процесів технічного діагностування дозволяє підвищити ефективність роботи СТО, забезпечити

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

своєчасне виявлення несправностей та оптимізувати витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобілів.

2.3 Організація технічного обслуговування та ремонту автомобілів

Розглянуті форми технічного діагностування є найбільш ефективними при проведенні профілактичного контролю технічного стану автомобіля, тобто у випадках, коли необхідно отримати об'єктивну оцінку працездатності окремих вузлів, агрегатів або систем. Разом з тим, у разі виявлення несправностей під час попереднього контролю виникає потреба у більш детальному дослідженні їх причин, що потребує застосування спеціалізованих методів і засобів діагностування.

У виробничій діяльності станцій технічного обслуговування застосовуються різні організаційні форми діагностування, які інтегруються в загальну систему технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Однією з таких форм є заявочне діагностування, яке виконується відповідно до звернення власника транспортного засобу та оформлюється на етапі приймання. Даний вид діагностичних робіт доцільно проводити за участю власника автомобіля, що дозволяє отримати більш повну та достовірну інформацію про умови експлуатації і характер прояву несправностей. Заявочне діагностування може здійснюватися як на спеціалізованих діагностичних постах (двигуна, ходової частини, систем керування), так і на універсальних робочих місцях. У ряді випадків у процесі діагностування виконується усунення виявлених незначних несправностей (регулювальні роботи, заміна окремих елементів тощо). Результати оформлюються у вигляді контроль-діагностичної карти із зазначенням виявлених дефектів та рекомендацій щодо їх усунення.

Важливою складовою організації технічного обслуговування є діагностування при прийманні автомобіля, яке проводиться з метою уточнення його технічного стану та визначення необхідного обсягу робіт. На

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

даному етапі використовуються методи візуального та органолептичного контролю, а також базові діагностичні операції. У більшості випадків цього достатньо для формування попереднього висновку, однак приблизно для 15–20 % транспортних засобів виникає необхідність у проведенні поглибленого діагностування. У таких ситуаціях автомобіль направляється на спеціалізовані діагностичні пости або безпосередньо в зону технічного ремонту, якщо визначення причин несправності неможливе без часткового розбирання. При цьому здійснюється коригування маршруту переміщення автомобіля по виробничих дільницях СТО.

Діагностування в процесі технічного обслуговування і ремонту використовується переважно для контролю якості виконання робіт, уточнення додаткових обсягів технічних впливів, а також для забезпечення відповідності фактичного стану автомобіля нормативним вимогам. Такі перевірки можуть проводитися як відповідно до регламентів технічного обслуговування, так і за індивідуальними запитами власника транспортного засобу. За результатами діагностування можливе коригування технологічного процесу, уточнення переліку робіт та оптимізація маршруту руху автомобіля між виробничими зонами.

Таким чином, раціональна організація технічного обслуговування і ремонту автомобілів базується на інтеграції діагностичних процесів у всі етапи виробничого циклу, що забезпечує підвищення ефективності роботи СТО, зниження витрат ресурсів і покращення якості обслуговування транспортних засобів.

У разі відсутності необхідних засобів діагностування безпосередньо на виробничих постах технічного обслуговування та ремонту відповідні роботи можуть виконуватися на спеціалізованих діагностичних дільницях, призначених для проведення поглибленого або заявочного діагностування.

Застосування сучасних діагностичних засобів у процесах технічного обслуговування та ремонту дозволяє істотно знизити трудомісткість

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

виконання контрольних і регулювальних операцій. Це досягається за рахунок зменшення обсягів розбірно-складальних робіт, необхідних для безпосереднього вимірювання структурних параметрів автомобіля (наприклад, зазорів у механізмах, елементах приводу клапанів тощо). Крім того, скорочення підготовчо-завершальних операцій сприяє підвищенню продуктивності праці, зокрема при перевірці тягово-динамічних характеристик автомобіля або його трансмісії.

Контрольне діагностування виконується з метою оцінки якості проведених робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобіля, а також його систем і агрегатів. Перевірка здійснюється із застосуванням наявного на СТО діагностичного обладнання. Наприклад, використання стендів із біговими барабанами дозволяє відтворити експлуатаційні режими роботи транспортного засобу та забезпечити точне визначення його тягових характеристик без необхідності дорожніх випробувань. Аналогічно проводиться контроль технічного стану ходової частини, гальмівної системи, двигуна та електрообладнання.

З урахуванням зазначеного, на спеціалізованих діагностичних дільницях СТО доцільно виконувати як роботи за заявками власників автомобілів, так і функції підтримки інших виробничих підрозділів. Зокрема, діагностичні підрозділи забезпечують об'єктивну оцінку технічного стану транспортних засобів як до початку обслуговування, так і після його завершення.

Основний обсяг діагностичних робіт виконується саме на спеціалізованих ділянках, які оснащені необхідним комплексом обладнання для проведення поглибленої перевірки технічного стану автомобіля. До такого обладнання належать стенди для оцінки тягових характеристик, гальмівних систем, а також інші засоби контролю параметрів функціонування вузлів і агрегатів.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Разом з тим, частина діагностичних операцій, що не потребує застосування складного стендового обладнання, може виконуватися безпосередньо в зоні приймання автомобілів. Це дозволяє оперативно оцінити технічний стан транспортного засобу та прийняти рішення щодо подальшого маршруту його обслуговування.

Таким чином, ефективна організація технічного обслуговування і ремонту передбачає раціональний розподіл діагностичних операцій між виробничими зонами СТО, що забезпечує підвищення якості обслуговування, скорочення часу виконання робіт і оптимізацію використання ресурсів.

2.4. Аналіз умов експлуатації та працездатності передньої підвіски автомобіля

Під час експлуатації автомобіля елементи ходової частини піддаються дії змінних навантажень, ударних впливів та інтенсивного зношування, що зумовлює поступове погіршення їх технічного стану. Найбільш навантаженими є вузли передньої підвіски, які безпосередньо сприймають динамічні навантаження від дорожнього покриття та забезпечують стійкість і керованість транспортного засобу.

У процесі роботи підвіски відбуваються складні трибологічні процеси, пов'язані з тертям, зношуванням і зміною властивостей контактуючих поверхонь. Це призводить до появи дефектів, які можуть негативно впливати на безпеку руху, комфорт експлуатації та ресурс автомобіля в цілому.

До основних несправностей ходової частини належать зношування шарнірних з'єднань, люфти у вузлах підвіски, порушення геометричних параметрів, а також пошкодження елементів амортизаційної системи. Виникнення зазначених дефектів обумовлюється як експлуатаційними факторами (якість дорожнього покриття, режими руху, навантаження), так і конструктивними особливостями вузлів.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Несправність / прояв дефекту	Причини виникнення	Методи діагностування	Способи усунення
підвісі	втулок, підшипників; ослаблення кріплень	використання люфтоміра	зношених вузлів
Підвищена вібрація під час руху	Дисбаланс коліс; деформація дисків; зношування підшипників	Балансування; візуальна перевірка; контроль на стенді	Балансування; заміна дисків або підшипників
Погіршення керованості	Зношування елементів рульового керування або підвіски; люфти	Перевірка на стенді; візуально; вимірювання люфтів	Заміна або регулювання елементів
Неефективна робота амортизаторів	Витік робочої рідини; зношування внутрішніх елементів	Діагностика на стенді; візуальний огляд	Ремонт або заміна амортизаторів
Люфт у підшипниках коліс	Зношування або неправильне регулювання	Перевірка люфту; обертання колеса; стенд	Регулювання або заміна підшипника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРАТ 26 23063.000 ПЗ

Арк.

23

Несправність / прояв дефекту	Причини виникнення	Методи діагностування	Способи усунення
Ослаблення кріплень коліс	Недостатній момент затягування	Візуальний контроль; перевірка динамометричним ключем	Затягування до нормативного моменту
Зношування кульових опор	Абразивне зношування; недостатнє змащення; проникнення пилу	Перевірка люфту; діагностика на підйомнику або стенді	Заміна або відновлення кульової опори
Несправність стабілізатора поперечної стійкості	Зношування втулок або тяг	Візуальний огляд; перевірка люфтів	Заміна втулок або тяг
Нестабільність руху автомобіля	Комплексне зношування підвіски; порушення регулювань	Комплексна діагностика на стенді	Усунення дефектів, регулювання, заміна елементів
Несправність / прояв дефекту	Причини виникнення	Методи діагностування	Способи усунення
Зношування втулок важелів підвіски	Тривала експлуатація, динамічні навантаження	Візуальний контроль; перевірка на підйомнику або стенді	Заміна зношених втулок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРАТ 26 23063.000 ПЗ

Арк.

24

Несправність / прояв дефекту	Причини виникнення	Методи діагностування	Способи усунення
Порушення встановлення коліс кутів	Деформація елементів підвіски; неправильне регулювання	Діагностика на стенді розвал-сходження	Виконання регулювальних робіт
Зношування або деформація рульових тяг	Механічні навантаження; корозія	Візуальний огляд; перевірка люфтів	Заміна несправних елементів
Порушення балансування коліс	Нерівномірний розподіл мас; пошкодження дисків	Перевірка на балансувальному стенді	Балансування або заміна
Зношування амортизаторів	Витік рідини; втома матеріалу	Візуально або на діагностичному стенді	Ремонт або заміна амортизаторів
Підвищений опір рульового керування	Недостатній рівень рідини ГПК; зношування вузлів	Візуальний контроль; перевірка системи	Долив або заміна рідини; ремонт
Недостатнє змащення шарнірів	Порушення герметичності; відсутність обслуговування	Візуальний контроль	Виконання мастильних робіт
Порушення	Зношування або	Візуально або на	Регулювання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРАТ 26 23063.000 ПЗ

Арк.

25

2.5 Формування технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів

Організація технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування базується на застосуванні нормативно-технічної документації, що регламентує порядок виконання робіт, їх обсяг, послідовність та вимоги до якості.

Основою функціонування сучасних СТО є системний підхід до організації виробничих процесів, який передбачає чітке структурування операцій технічного обслуговування і ремонту, а також їх інтеграцію з процесами технічного діагностування. Такий підхід забезпечує підвищення ефективності використання виробничих ресурсів та якості обслуговування транспортних засобів.

Технологічний процес технічного обслуговування та ремонту автомобілів включає наступні основні етапи:

- приймання автомобіля та первинне діагностування;
- визначення обсягу необхідних робіт;
- планування технологічного маршруту переміщення автомобіля;
- виконання операцій технічного обслуговування або ремонту;
- контроль якості виконаних робіт;
- видача автомобіля власнику.

Раціональна організація зазначених процесів передбачає мінімізацію простоїв, скорочення тривалості виконання робіт та забезпечення високого рівня якості обслуговування. Важливу роль при цьому відіграє впровадження сучасних методів діагностування, які дозволяють оперативно виявляти несправності та приймати обґрунтовані рішення щодо їх усунення.

Таким чином, ефективна організація технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності станції технічного обслуговування та забезпечення надійної експлуатації транспортних засобів.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.6 Особливості технічного обслуговування легкових автомобілів

Технічне обслуговування легкових автомобілів являє собою комплекс організаційних і технологічних заходів, спрямованих на запобігання виникненню відмов і несправностей, підтримання транспортних засобів у працездатному стані, а також забезпечення їх надійної, безпечної та економічно ефективної експлуатації.

До складу робіт технічного обслуговування входять операції різного функціонального призначення, зокрема: мийно-очисні, контрольні-діагностичні, кріпильні, регулювальні, електротехнічні, а також роботи, пов'язані з обслуговуванням систем живлення, шин, заправкою експлуатаційних рідин і виконанням мастильних операцій.

Залежно від періодичності виконання, трудомісткості та обсягу робіт технічне обслуговування легкових автомобілів поділяється на кілька основних видів:

- щоденне технічне обслуговування (ЩТО);
- періодичне технічне обслуговування (ТО);
- сезонне технічне обслуговування (СО).

Щоденне технічне обслуговування включає базові операції контролю та заправки, спрямовані на забезпечення безпечної експлуатації автомобіля та підтримання його належного технічного і зовнішнього стану. Значна частина цих робіт виконується безпосередньо власником транспортного засобу перед початком руху, під час експлуатації або після її завершення.

Періодичне технічне обслуговування передбачає виконання регламентованого комплексу робіт через встановлені інтервали пробігу або часу експлуатації автомобіля. Відповідно до нормативних рекомендацій, для легкових автомобілів типовими є інтервали проведення ТО-1 та ТО-2, які визначаються пробігом транспортного засобу та умовами його експлуатації.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Сезонне технічне обслуговування полягає у підготовці автомобіля до експлуатації в різних кліматичних умовах (зимовий або літній період) і виконується відповідно до рекомендацій виробника транспортного засобу.

Поточний ремонт (ТР) спрямований на усунення виявлених несправностей шляхом відновлення або заміни окремих деталей, вузлів чи агрегатів, які втратили працездатність у процесі експлуатації.

Капітальний ремонт (КР) передбачає повне відновлення працездатності агрегатів або транспортного засобу в цілому з метою забезпечення їх подальшої надійної експлуатації. Такий вид ремонту включає розбирання, дефектацію, відновлення або заміну зношених елементів, складання, регулювання та випробування.

Загалом ремонт автомобіля визначається як комплекс технологічних операцій, спрямованих на відновлення його працездатності та забезпечення відповідності експлуатаційним вимогам.

Таким чином, ефективна організація технічного обслуговування легкових автомобілів забезпечує підвищення ресурсу транспортних засобів, зниження витрат на їх експлуатацію та підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Ремонт автомобілів і їх агрегатів включає комплекс різнотипних технологічних операцій, серед яких контрольні-діагностичні, розбірно-складальні, слюсарні, механічні, зварювальні, кузовні, фарбувальні, шиномонтажні та електротехнічні роботи. Для забезпечення високої якості виконання технічного обслуговування та ремонту станції технічного обслуговування оснащуються відповідними робочими постами, спеціалізованим обладнанням, вимірювальними приладами, інструментом, технологічною оснасткою та нормативно-технічною документацією.

Основний обсяг робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту виконується на виробничих постах, що розташовані у відповідних функціональних зонах підприємства. Раціональна організація цих зон

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

забезпечує підвищення продуктивності праці, зниження часу виконання робіт та покращення якості обслуговування автомобілів.

2.7 Особливості організації робіт технічного обслуговування і ремонту легкових автомобілів

У процесі технічного обслуговування автомобілів особлива увага приділяється виявленню та усуненню несправностей, які можуть впливати на безпеку дорожнього руху. При цьому обов'язковим є контроль стану та надійності кріплення основних елементів і систем транспортного засобу.

Під час виконання регулювальних робіт перевіряється технічний стан і здійснюється налаштування таких елементів:

- гальмівних механізмів (накладки, барабани, педальний привід, стоянкова гальмівна система);
- рульового керування;
- підшипників коліс;
- вузлів передньої підвіски.

У межах контрольно-діагностичних і кріпильних операцій перевіряються:

- елементи рульового приводу (сошки, важелі, тяги, шарнірні з'єднання);
- кульові опори та шкворневі з'єднання;
- поворотні кулаки;
- диски коліс;
- елементи трансмісії (приводи, карданні передачі);
- пружні елементи підвіски (ресори, пружини);
- амортизатори;
- важелі підвіски;
- трубопроводи та шланги гальмівної системи;
- елементи кузова (замки дверей, капота, багажника).

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

При обслуговуванні систем живлення та електрообладнання контролюється стан:

- систем подачі палива та відведення відпрацьованих газів;
- освітлювальних приладів (фари, задні ліхтарі);
- елементів електропроводки;
- систем сигналізації та світлової індикації;
- склоочисників і склоомивачів;
- систем вентиляції та обігріву.

Такий комплексний підхід до організації технічного обслуговування та ремонту дозволяє забезпечити своєчасне виявлення потенційних несправностей, підвищити рівень безпеки експлуатації автомобіля та збільшити ресурс його основних вузлів і агрегатів.

2.8 Нормативні вимоги до технічного стану автомобілів після технічного обслуговування і ремонту

Періодичне технічне обслуговування першого рівня (ТО-1) виконується відповідно до встановлених інтервалів експлуатації транспортного засобу, але не рідше двох разів на рік. Його метою є забезпечення працездатності автомобіля, підтримання належного технічного стану основних систем та запобігання виникненню відмов.

У межах ТО-1 виконуються такі основні групи робіт:

Контрольно-діагностичні роботи

Включають перевірку:

- ефективності роботи робочої гальмівної системи та синхронності її спрацювання;
- стану стоянкової гальмівної системи та гальмівного приводу;
- елементів рульового керування;
- технічного стану шин;
- роботи приладів освітлення та сигналізації.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Оглядові роботи

Передбачають контроль:

- стану кузова, скла та номерних знаків;
- справності дверних механізмів, склоочисників і дзеркал заднього виду;
- герметичності систем змащення, охолодження та гідравлічних приводів;
- стану захисних елементів шарнірних з'єднань;
- величини вільного ходу педалей зчеплення і гальма;
- рівня експлуатаційних рідин;
- стану елементів підвіски (пружин, важелів, стабілізаторів).

Кріпильні роботи

Включають перевірку та підтягування:

- кріплень двигуна, трансмісії та рульового механізму;
- елементів підвіски та рульового приводу;
- колісних дисків;
- трубопроводів і шлангів систем змащення, охолодження та гальмівної системи.

Регулювальні роботи

Передбачають:

- регулювання вільного ходу педалей;
- налаштування гальмівної системи;
- усунення люфтів у рульовому керуванні;
- регулювання натягу приводних ременів;
- доведення параметрів (тиск у шинах, рівень рідин) до нормативних значень.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім зазначених операцій, у процесі виконання ТО-1 здійснюється очищення елементів систем живлення від забруднень, перевірка герметичності з'єднань, а також контроль роботи приводних механізмів і функціонування основних систем автомобіля.

Виконання зазначених робіт забезпечує відповідність технічного стану автомобіля нормативним вимогам, підвищує надійність його експлуатації та знижує ймовірність виникнення відмов у процесі руху.

У процесі технічного обслуговування також виконуються роботи з регулювання систем подачі повітря та палива, зокрема контроль і налаштування роботи дросельної та повітряної заслінок для забезпечення стабільної роботи двигуна на різних режимах.

В системі електрообладнання проводиться очищення акумуляторної батареї від забруднень, перевірка стану вентиляційних отворів, надійності контактів клем і наконечників проводів, а також контроль рівня електроліту. Окрім цього, здійснюється очищення електричних приладів від пилу та перевірка стану ізоляції, кріплення генератора, стартера, реле-регулятора та інших елементів системи.

Технічне обслуговування другого рівня (ТО-2) виконується відповідно до встановлених нормативів, але не рідше одного разу на рік. Перед проведенням ТО-2, а також у процесі його виконання, доцільно здійснювати поглиблене діагностування основних вузлів, агрегатів і систем автомобіля. Це дозволяє визначити їх фактичний технічний стан, виявити приховані несправності, встановити причини їх виникнення та оцінити можливість подальшої експлуатації.

У межах ТО-2 здійснюється детальна перевірка основних систем автомобіля, зокрема:

- двигуна – контроль наявності сторонніх шумів і стуків у кривошипно-шатунному механізмі, газорозподільному механізмі,

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

клапанному вузлі та зубчастих передачах; оцінка потужності та стабільності роботи; перевірка системи запалювання;

- системи живлення – виявлення витоків палива, перевірка герметичності з'єднань, оцінка витрати палива та вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах; контроль стану циліндро-поршневої групи та газорозподільного механізму;

- системи змащення – контроль герметичності з'єднань, виявлення витоків мастила (у місцях встановлення сальників, картері двигуна, кришках механізмів), перевірка тиску мастила та правильності показань контрольно-вимірювальних приладів.

Проведення зазначених робіт забезпечує своєчасне виявлення дефектів, підвищення надійності роботи автомобіля та відповідність його технічного стану встановленим нормативним вимогам.

У процесі технічного обслуговування другого рівня (ТО-2) здійснюється детальний контроль технічного стану основних систем і агрегатів автомобіля, що дозволяє своєчасно виявляти приховані несправності та запобігати їх подальшому розвитку.

Зокрема, перевірки підлягають такі системи:

- система охолодження двигуна – контролюється герметичність з'єднань, відсутність витоків охолоджувальної рідини, а також стабільність температурного режиму роботи двигуна під навантаженням;

- система зчеплення – оцінюється наявність пробуксовування під навантаженням, плавність увімкнення передач, відсутність сторонніх шумів і вібрацій, а також справність приводу зчеплення;

- коробка передач – перевіряється відсутність сторонніх шумів під час роботи, надійність фіксації передач, герметичність корпусу та рівень зазорів у механізмах перемикачів;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

- задній міст – контролюється рівень шумів і вібрацій у роботі, герметичність з'єднань, а також величина зазорів у головній передачі та диференціалі;
- карданна передача – перевіряються зазори у шарнірних і шліцьових з'єднаннях, а також технічний стан проміжної опори;
- система рульового керування – оцінюється зусилля на кермі, величина люфтів, стан шарнірних з'єднань, надійність кріплення елементів підвіски та стабілізатора поперечної стійкості;
- елементи підвіски – перевіряється стан пружних елементів (пружин або ресор), відсутність тріщин і деформацій, а також величина зазорів у шарнірних з'єднаннях;
- елементи кузова – контролюється наявність механічних пошкоджень (вм'ятин, тріщин), стан лакофарбового покриття, справність замків, склоочисників, систем вентиляції та обігріву.

Окрім цього, у процесі технічного обслуговування проводиться:

- регулювання кутів встановлення керованих коліс;
- перевірка ефективності гальмівної системи;
- балансування коліс;
- контроль роботи системи запалювання.

Комплексне виконання зазначених операцій дозволяє забезпечити відповідність технічного стану автомобіля встановленим нормативним вимогам, підвищити рівень безпеки руху та продовжити ресурс основних вузлів і агрегатів.

У межах технічного обслуговування другого рівня (ТО-2), окрім робіт, передбачених ТО-1, виконують розширений комплекс додаткових операцій, спрямованих на забезпечення надійної роботи основних систем і агрегатів автомобіля.

До таких операцій належать:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- перевірка та підтягування кріплень радіатора, головки блока циліндрів, елементів газорозподільного механізму, впускних і випускних трубопроводів, корпусів фільтрів, масляного картера, елементів трансмісії, амортизаторів, паливного бака, глушника та інших конструктивних вузлів;

- контроль і підтягування з'єднань головної передачі заднього моста, а також кріплень елементів підвіски, включаючи шарнірні з'єднання та вузли амортизації;

- виконання регулювальних робіт, зокрема:
 - налаштування зусилля обертання рульового колеса;
 - регулювання теплових зазорів у клапанному механізмі;
 - контроль і регулювання натягу ланцюга або ременя приводу газорозподільного механізму;

- встановлення нормативних зазорів у гальмівних механізмах;
- регулювання підшипників ступиць коліс.

Окрім цього, проводиться перевірка:

- стану лакофарбового покриття кузова;
- справності систем очищення скла (склоочисники, омивачі);
- роботи систем вентиляції та опалення салону;
- технічного стану замків, петель капота, багажника та дверей.

Важливим етапом є також:

- регулювання кутів встановлення керованих коліс;
- перевірка ефективності та синхронності роботи гальмівної системи;
- балансування коліс;
- контроль функціонування системи запалювання;
- перевірка світлотехнічних приладів та напрямку світлового потоку;
- оцінка стану радіатора, опор двигуна та елементів підвіски.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

У системі живлення двигуна здійснюється контроль герметичності паливного бака та трубопроводів, перевірка кріплення та технічного стану карбюратора або паливної апаратури, а також усунення виявлених несправностей. У разі необхідності проводиться демонтаж, розбирання та очищення відповідних вузлів із подальшим їх регулюванням.

Таким чином, виконання комплексу робіт ТО-2 забезпечує поглиблений контроль технічного стану автомобіля, підвищує надійність його експлуатації та сприяє запобіганню серйозним відмовам у майбутньому.

Після виконання робіт з технічного обслуговування здійснюється очищення вузлів і агрегатів, а також контроль їх технічного стану за допомогою спеціалізованих діагностичних приладів. Після складання окремих елементів проводиться перевірка їх працездатності, зокрема тестування паливного насоса на спеціалізованому обладнанні. Додатково оцінюється легкість запуску двигуна та стабільність його роботи.

Технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2) та сезонне обслуговування виконуються у спеціалізованих виробничих зонах СТО, оснащених підйомниками та необхідним технологічним обладнанням.

У процесі поточного ремонту (ТР) виконуються різноманітні технологічні операції, серед яких:

- розбірно-складальні;
- слюсарно-механічні;
- електротехнічні;
- зварювальні;
- кузовні (жерстяні);
- фарбувальні роботи.

Кузовні (жерстяні) роботи

Кузовні роботи передбачають відновлення геометрії та цілісності кузова шляхом усунення вм'ятин, тріщин і розривів металу. До них належить

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

ремонт пошкоджених елементів кузова (крила, капот, двері, облицювання, радіаторні панелі), а також виготовлення нескладних деталей для заміни зношених або пошкоджених елементів.

Розбірно-складальні роботи

Даний вид робіт включає демонтаж і встановлення кузовних панелей, вузлів і механізмів, скла, а також інших змінних елементів. Часткова розбірка кузова виконується у необхідному обсязі для забезпечення якісного виконання ремонтних операцій. Після завершення ремонту здійснюється складання конструкції з використанням спеціалізованого інструменту та пристосувань.

Зварювальні роботи

Зварювання є невід'ємною частиною відновлювальних процесів кузова. На СТО застосовуються різні види зварювання:

- газове;
- точкове;
- електродугове.

Зварювальні операції використовуються при усуненні тріщин, розривів, деформацій, а також при встановленні нових або відновлених елементів кузова. Вибір способу зварювання залежить від характеру пошкодження, товщини матеріалу та технологічних вимог.

Фарбувальні роботи

Фарбувальне відділення призначене для відновлення лакофарбового покриття кузова. Роботи включають:

- підготовку поверхні;
- видалення старого покриття;
- локальне підфарбування;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- повне фарбування деталей або кузова.

Ці операції забезпечують не лише естетичний вигляд автомобіля, але й захист металу від корозії.

Таким чином, організація робіт технічного обслуговування і ремонту на СТО передбачає комплексний підхід, що охоплює всі основні технологічні процеси від діагностування до повного відновлення працездатності транспортного засобу. Раціональна структура виробничих процесів забезпечує високу якість ремонту, зниження витрат часу та підвищення ефективності функціонування підприємства.

Фарбувальні роботи передбачають не лише відновлення зовнішнього вигляду кузова, але й нанесення захисних покриттів, що підвищують корозійну стійкість деталей. Загальний технологічний процес фарбування включає послідовні етапи підготовки поверхні: очищення, ґрунтування, шпаклювання, шліфування та нанесення лакофарбових матеріалів. Важливим фактором якості є дотримання встановлених режимів сушіння кожного шару покриття в спеціалізованих сушильних камерах.

Для обслуговування та ремонту елементів електрообладнання і систем живлення на СТО функціонує спеціалізована ділянка (електрокарбюраторна). Вона призначена для виконання робіт, які неможливо якісно провести безпосередньо на автомобілі. До таких робіт належать обслуговування карбюраторів, паливних насосів, фільтрів, трубопроводів та інших компонентів системи живлення.

Деталі і вузли, що надходять на цю ділянку, попередньо очищають від забруднень, після чого проводять їх дефектацію та ремонт із використанням спеціалізованого обладнання. Відремонтвані агрегати (карбюратори, паливні насоси тощо) підлягають обов'язковим випробуванням на стендах, що дозволяє перевірити їх працездатність і відповідність технічним вимогам. Після успішного тестування вони встановлюються назад на автомобіль.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

У процесі ремонту електрообладнання виконуються:

- розбирання агрегатів на складові елементи;
- виявлення дефектів;
- заміна зношених або пошкоджених деталей;
- очищення та обробка контактних поверхонь;
- відновлення ізоляції провідників;
- монтаж і паяння електричних з'єднань;
- складання та перевірка на стендах.

На завершальному етапі виконуються контрольні операції, спрямовані на перевірку якості виконаних робіт, правильності регулювань та забезпечення повної працездатності всіх систем автомобіля.

Таким чином, організація виробничих процесів на станції технічного обслуговування забезпечує комплексний підхід до відновлення технічного стану автомобіля, що включає діагностування, ремонт, регулювання та контроль якості виконаних робіт.

2.9 Структура системи технічного обслуговування автомобілів

Дільниця приймання та видачі автомобілів

Приймання автомобіля на станцію технічного обслуговування являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на визначення його фактичного технічного стану, виявлення несправностей та формування переліку необхідних робіт з технічного обслуговування або ремонту.

Видача автомобіля включає виконання контрольних операцій, спрямованих на оцінку якості проведених робіт, перевірку працездатності основних систем та підтвердження відповідності технічного стану встановленим вимогам.

Дільниця технічного діагностування

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Технічне діагностування є невід'ємною складовою технологічних процесів обслуговування і ремонту автомобілів. Воно полягає у визначенні технічного стану транспортного засобу, його агрегатів, вузлів і систем без їх розбирання з використанням сучасних методів і засобів контролю.

Результати діагностування є основою для прийняття рішень щодо обсягу ремонтних робіт, визначення технічного ресурсу та оптимізації виробничих процесів на СТО.

Виробнича дільниця

На виробничих дільницях виконуються основні роботи з технічного обслуговування, сезонного обслуговування, поточного та капітального ремонту автомобілів. Для забезпечення високої якості виконання робіт виробничі зони оснащуються необхідним технологічним обладнанням, вимірювальними приладами, інструментом, спеціальними пристосуваннями та нормативно-технічною документацією.

Раціональна організація виробничого процесу дозволяє зменшити простої автомобілів, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну якість виконання робіт.

Зона очікування та видачі

Зона очікування призначена для тимчасового зберігання автомобілів, які очікують початку обслуговування або видачі після завершення робіт. Наявність такої зони дозволяє оптимізувати логістику переміщення транспортних засобів у межах підприємства та уникнути перевантаження виробничих постів.

2.10 Технічні вимоги до автомобілів, вузлів і агрегатів після технічного обслуговування та ремонту

Технічний стан автомобілів, їх вузлів і агрегатів після виконання технічного обслуговування або ремонту повинен відповідати вимогам чинної нормативно-технічної документації. Ці вимоги визначаються обсягом

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

виконаних робіт, технічними умовами виробника та регламентуються відповідними стандартами і технологічними інструкціями.

Контроль якості виконаних робіт здійснюється на підставі замовлення-наряду і включає перевірку всіх систем і агрегатів, які підлягали обслуговуванню або ремонту, а також супутніх вузлів, що впливають на безпеку руху та надійність експлуатації.

До основних вимог, що висуваються до автомобіля після технічного обслуговування або ремонту, належать:

- повна працездатність усіх систем і агрегатів;
- відсутність сторонніх шумів, вібрацій і витоків робочих рідин;
- відповідність параметрів роботи встановленим нормативам;
- надійність кріплення вузлів і деталей;
- забезпечення безпечної експлуатації транспортного засобу.

Таким чином, дотримання технічних вимог після виконання робіт на СТО є необхідною умовою забезпечення довговічності автомобіля, економічності його експлуатації та безпеки дорожнього руху.

З'єднання, що підлягають перевірці та затягуванню в межах виконаних робіт, повинні відповідати встановленим вимогам. Моменти затягування різьбових з'єднань визначаються рекомендаціями заводів-виробників, а з'єднання, що фіксуються шпінтами або стопорними елементами, мають бути надійно закріплені відповідно до конструктивних вимог.

Рівень мастильних матеріалів у картері двигуна, коробці передач, роздавальній коробці, ведучому мосту та механізмі рульового керування повинен відповідати нормативним значенням.

Герметичність ущільнень, прокладок і з'єднань є обов'язковою умовою справної роботи автомобіля. Витік мастил, гальмівної, охолоджувальної або інших робочих рідин не допускається. Разом з тим, незначне «запотівання», що не впливає на роботу агрегатів, не вважається дефектом.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Електрообладнання та елементи паливної системи повинні бути герметичними та надійно закріпленими. Технічне обслуговування вузлів і агрегатів здійснюється відповідно до вимог виробника, при цьому рівні рідин у всіх експлуатаційних системах повинні відповідати встановленим нормам.

Еластичні елементи (гумові втулки, шарніри, захисні чохла) не повинні мати тріщин, розривів чи інших пошкоджень. Вміст оксиду вуглецю (СО) у відпрацьованих газах повинен відповідати екологічним нормативам.

Вимоги до двигуна

Двигун, прогрітий до робочої температури, повинен впевнено запускатися та стабільно працювати на всіх режимах без перебоїв і провалів при зміні навантаження. Не допускаються сторонні шуми, стуки та порушення герметичності випускної системи.

Параметри роботи двигуна повинні відповідати нормативам:

- тиск мастила — у допустимих межах;
- температура охолоджувальної рідини — стабільна та в межах норми;
- відсутність перегріву при навантаженні.

Газорозподільний механізм повинен працювати з дотриманням теплових зазорів, а клапани забезпечувати герметичність камер згоряння. Деталі кріплення не повинні мати пошкоджень різьби чи деформацій.

Після ремонту кривошипно-шатунного механізму всі елементи повинні відповідати ремонтним розмірам, а зазори в поршневих кільцях і підшипниках — встановленим нормам.

Система вентиляції картера, фільтри та мастильні елементи повинні бути очищені або замінені, а система охолодження — працездатною та герметичною.

Вимоги до системи живлення

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Після виконання ремонтних або регулювальних робіт карбюратор повинен функціонувати стабільно, забезпечуючи узгоджену роботу всіх своїх систем без заїдань, збоїв чи відхилень від заданих параметрів.

Паливна система повинна відповідати вимогам герметичності, що виключає витіки пального та забезпечує надійність її експлуатації. Особлива увага приділяється стану з'єднань, ущільнювальних елементів та паливопроводів.

Паливний насос повинен забезпечувати подачу пального під необхідним тиском, достатнім для стабільної роботи карбюратора в усіх режимах функціонування двигуна. При цьому подача палива має бути рівномірною, без перебоїв, що гарантує формування оптимальної паливно-повітряної суміші.

Таким чином, дотримання зазначених вимог є необхідною умовою забезпечення надійної та ефективної роботи системи живлення двигуна.

Вимоги до системи запалювання

Система запалювання повинна забезпечувати стабільне іскроутворення на всіх режимах роботи двигуна. Контакти розподільника повинні бути чистими, а зазори між ними — відповідати нормативам.

Пристрої автоматичного регулювання кута випередження запалювання повинні працювати справно, а свічки запалювання — відповідати технічним вимогам.

Високовольтні проводи не повинні мати пошкоджень ізоляції та повинні забезпечувати надійний контакт.

Вимоги до трансмісії

Зчеплення повинно забезпечувати плавне включення та повне роз'єднання без пробуксовування і сторонніх шумів. Вільний хід педалі має відповідати нормативним значенням.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Коробка передач повинна працювати безшумно, без самовільного вимикання передач та заїдань. Механізми блокування повинні функціонувати відповідно до конструкції.

Карданна передача повинна працювати без вібрацій, деформацій і перевищення допустимих зазорів. Бієння карданного вала не допускається.

Ведучий міст повинен працювати без сторонніх шумів, а температура його картера не повинна перевищувати допустимих значень.

Вимоги до підвіски

Підвіска автомобіля повинна забезпечувати відсутність стуків і скрипів під час руху. Амортизатори повинні бути справними та ефективно гасити коливання.

Елементи підвіски (важелі, пружини, шарніри, втулки) не повинні мати тріщин, деформацій чи надмірного зносу. Геометричні параметри підвіски повинні відповідати встановленим значенням.

Вимоги до рульового керування

Рульове керування повинно працювати плавно, без заїдань і різких змін зусилля. Сумарний люфт не повинен перевищувати допустимих значень.

Рульове колесо не повинно мати осьового люфту, а всі елементи системи мають бути надійно закріплені.

Вимоги до гальмівної системи

Гальмівна система повинна забезпечувати ефективне та рівномірне гальмування. Педаль гальма повинна мати нормований хід і повертатися у вихідне положення без затримок.

Гальмівні механізми не повинні мати тріщин, деформацій або надмірного зносу. Робочі поверхні гальмівних елементів повинні бути чистими.

Використання неоригінальних або несертифікованих деталей гальмівної системи не допускається.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Вимоги до електрообладнання

Елементи електрообладнання повинні бути справними, надійно закріпленими та відповідати технічним вимогам. Електропроводка повинна мати цілу ізоляцію і забезпечувати стабільний контакт.

Освітлювальні та сигнальні прилади повинні працювати відповідно до нормативів та забезпечувати безпечну експлуатацію автомобіля.

2.11 Технологія ремонту передньої підвіски

Аналіз працездатності передньої підвіски автомобіля

Під час руху автомобіля відбувається передача крутного моменту від двигуна через трансмісію до коліс, що супроводжується складними навантаженнями в кінематичних парах. У зоні контакту елементів трансмісії та підвіски виникають контактні напруження, які з часом призводять до зносу робочих поверхонь.

Зокрема, у шліцьових з'єднаннях приводу колеса під дією змінних навантажень відбувається поступове руйнування поверхневого шару матеріалу, що призводить до збільшення зазорів. Це, у свою чергу, викликає появу вібрацій, ударних навантажень та нерівномірного розподілу сил у вузлі.

Внаслідок динамічних навантажень можливе послаблення різьбових з'єднань, зокрема гайки маточини, що спричиняє зміну робочих зазорів у підшипниках. Нерівномірний розподіл навантаження призводить до інтенсивного зносу посадкових поверхонь внутрішніх і зовнішніх кілець підшипників.

Додатковим фактором зносу є проникнення забруднень через пошкоджені ущільнення, що викликає абразивне руйнування контактних поверхонь та зменшення ресурсу вузла.

Таким чином, працездатність передньої підвіски визначається сукупністю факторів, серед яких основними є величина зазорів у з'єднаннях,

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

стан контактних поверхонь, рівень навантажень та ефективність захисту від зовнішніх впливів.

Технологічний процес відновлення шарової опори

Під час експлуатації автомобіля в зону контакту шарового пальця та корпусу шарніра потрапляють пил, волога та абразивні частинки, що призводить до інтенсивного зношування контактних поверхонь. Додатково, під дією змінних динамічних навантажень відбувається послаблення різьбових з'єднань та збільшення зазорів, що проявляється у вигляді стукоту та зниження жорсткості вузла.

На основі проведеного аналізу встановлено, що основною причиною втрати працездатності шарової опори є:

- зношування сферичної поверхні шарового пальця;
- деградація полімерного вкладиша;
- порушення герметичності пильника;
- збільшення радіального зазору в шарнірі.

З урахуванням конструктивних особливостей (нерозбірна конструкція шарніра), для відновлення працездатності доцільно застосовувати технологію локального відновлення без повного розбирання вузла.

Вибір технології відновлення

Для відновлення шарової опори застосовується метод ремонтно-відновлювального формування робочого шару за допомогою полімерного матеріалу (технологія типу SJR), який дозволяє:

- компенсувати зношування;
- відновити геометрію контактної пари;
- забезпечити необхідний натяг і контактні умови;
- підвищити демпфуючі властивості вузла.

Застосування полімерних композицій (поліуретанів) обумовлено їх високою зносостійкістю, еластичністю та здатністю працювати в умовах змінних навантажень.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Технологічна послідовність відновлення

Технологічний процес відновлення шарової опори включає наступні етапи:

Підготовчі операції

- демонтаж захисного пильника;
- очищення вузла від забруднень;
- видалення залишків мастильного матеріалу;
- візуальний контроль стану поверхонь та пильника.

Контроль технічного стану

- встановлення шарніра у фіксуючий пристрій;
- перевірка наявності люфту;
- вимірювання моменту провертання шарового пальця.

Мінімально допустиме значення крутного моменту — 0,3 Н·м. При значеннях нижче даного рівня відновлення є недоцільним.

Підготовка корпусу шарніра

- виконання технологічного отвору в корпусі;
- нарізання різьби для підключення інжекційного пристрою (екструдера).

Заповнення полімерним матеріалом

До технологічного отвору підключається екструдер, в який подається полімерний матеріал.

Процес включає:

- нагрів полімеру до температури плавлення (~200°C);
- подачу матеріалу під тиском (~8 кгс);
- одночасне обертання шарового пальця для рівномірного розподілу матеріалу.

У процесі заповнення формується новий робочий шар, що компенсує знос.

Охолодження та калібрування

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Після заповнення:

- здійснюється природне або примусове охолодження;
- виконується контроль моменту провертання.

Нормований

діапазон

моменту:

1,96 – 5,86 Н·м

Це забезпечує:

- достатню жорсткість;
- відсутність люфту;
- нормальні умови тертя.

Герметизація

- технологічний отвір герметизується;
- встановлюється новий або перевірений пильник;
- наноситься мастильний матеріал.

Матеріали, що застосовуються

Для відновлення використовуються поліуретанові композиції, які характеризуються:

- високою зносостійкістю;
- стійкістю до вологи та агресивних середовищ;
- стабільністю механічних властивостей;
- здатністю працювати при змінних навантаженнях.

На відміну від традиційних гумових матеріалів, поліуретани мають значно більший ресурс і забезпечують підвищену довговічність вузла.

Технічні переваги технології

Застосування даного методу дозволяє:

- відновити шарову опору без її розбирання;
- знизити витрати на ремонт;
- скоротити час обслуговування;
- підвищити ресурс вузла;
- зменшити рівень вібрацій та шуму.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

2.12 Розрахунок основних показників СТО

Визначення річного обсягу робіт

Річний обсяг робіт на станції технічного обслуговування визначається як сумарна трудомісткість усіх видів робіт, що виконуються протягом року. Цей показник характеризує загальне виробниче навантаження підприємства та є основою для подальших розрахунків чисельності персоналу, фонду робочого часу, кількості постів і площ виробничих приміщень.

Розрахунок річного обсягу робіт здійснюється за формулою:

$$T_p = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

де:

T_1, T_2, \dots, T_n — трудомісткість окремих видів робіт, люд.-год.

Підставляючи значення трудомісткостей за всіма видами робіт, отримаємо:

$$T_p = 150 + 300 + 300 + 400 + 400 + 300 + 300 + 280 + 640 + 400 + 200 = 3670 \text{ люд.-год}$$

Отже, річний обсяг робіт СТО становить 3670 люд.-год, що свідчить про сумарні витрати праці на виконання запланованого комплексу робіт протягом року.

Таблиця 2.2 – Види виконуваних робіт на СТО

№	Вид робіт	Кількість авто/рік	Річний обсяг, люд.-год	Трудомісткість, люд.-год
1	Приймання і видача	600	150	0,25
2	Дефектування ходової	600	300	0,5
3	Заміна колодок (передні)	500	300	0,6
4	Заміна колодок	400	400	1

№	Вид робіт	Кількість авто/рік	Річний обсяг, люд.-год	Трудомісткість, люд.-год
	(задні)			
5	Прокачка гальм	800	400	0,5
6	Заміна хрестовини	300	300	1
7	Заміна підшипника	300	300	1
8	Ремонт шарової опори	400	280	0,7
9	Розвал-сходження	800	640	0,8
10	Заміна ШРУСа	300	400	1,1
11	Заміна сайлентблоків	400	200	0,5

2.13 Розрахунок кількості постів

Кількість робочих постів станції технічного обслуговування визначається виходячи з річного обсягу робіт, режиму роботи підприємства та середньої чисельності виконавців на одному посту. Даний показник характеризує виробничу потужність СТО та забезпечує раціональну організацію технологічного процесу.

Розрахунок кількості постів виконується за формулою:

$$N_{\text{п}} = \frac{T_{\text{р}} \cdot \varphi}{\Phi_{\text{п}} \cdot P_{\text{ср}}}$$

де: $T_{\text{р}}$ — річний обсяг робіт, люд.-год; φ — коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів (приймається в межах 1,15...1,3);

$\Phi_{\text{п}}$ — річний фонд часу одного поста, год;

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАТ 26 23063.000 ПЗ				

R_{cp} — середня кількість робітників, що одночасно працюють на одному посту.

Для подальшого розрахунку необхідно задати або обґрунтувати значення фонду часу поста та середню кількість робітників на посту, що залежить від режиму роботи підприємства та виду виконуваних робіт.

Річний фонд часу поста

Річний фонд часу роботи одного поста визначається з урахуванням кількості робочих днів, тривалості зміни, кількості змін та коефіцієнта використання робочого часу. Даний показник характеризує максимально можливий ефективний час роботи поста протягом року.

Розрахунок здійснюється за формулою:

$$\Phi_{п} = D_{р} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot \eta$$

де:

$D_{р}=255$ — кількість робочих днів у році;

$T_{зм}=8$ год — тривалість зміни;

$C=1$ — кількість змін;

$\eta=0,8$ — коефіцієнт використання робочого часу поста.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$\Phi_{п}=255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,8=1632 \text{ год}$$

Отже, річний фонд часу одного поста становить 1632 год, що враховує реальні умови експлуатації, включаючи втрати часу на підготовчо-завершальні операції, простої та обслуговування обладнання.

Розрахунок кількості постів

Кількість робочих постів станції технічного обслуговування визначається з урахуванням річного обсягу робіт, режиму роботи підприємства та середньої чисельності виконавців на одному посту. Даний показник дозволяє оцінити необхідну виробничу потужність та забезпечити ефективну організацію технологічного процесу.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розрахунок виконується за формулою:

$$N_{\text{п}} = \frac{T_{\text{р}} \cdot \varphi}{\Phi_{\text{п}} \cdot P_{\text{ср}}}$$

де:

$T_{\text{р}}=3670$ люд.-год — річний обсяг робіт;

$\varphi=1,15$ — коефіцієнт нерівномірності;

$\Phi_{\text{п}}=1632$ год — річний фонд часу поста;

$P_{\text{ср}}=2$ — середня кількість робітників на посту.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$N_{\text{п}} = \frac{3670 \cdot 1,15}{1632 \cdot 2} = \frac{4220,5}{3264} \approx 1,29$$

З урахуванням округлення до цілого значення приймаємо:

$$N_{\text{п}}=1$$

Отже, для забезпечення виконання річного обсягу робіт достатньо одного робочого поста, що свідчить про відносно невелике виробниче навантаження та можливість ефективної організації робіт у межах одного поста.

2.14 Розрахунок кількості місць приймання

Кількість місць приймання автомобілів визначається з урахуванням річної програми обслуговування, нерівномірності надходження транспортних засобів та режиму роботи зони приймання. Даний показник забезпечує своєчасне обслуговування клієнтів та запобігає утворенню черг.

Розрахунок виконується за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \frac{M \cdot \varphi \cdot d}{D_{\text{р}} \cdot T_{\text{пр}} \cdot A_{\text{пр}}}$$

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де:

$M=600$ — кількість автомобілів, що обслуговуються за рік;

$\phi=1,3$ — коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів;

$d=5$ — середня кількість звернень одного автомобіля на рік;

$D_p=255$ — кількість робочих днів у році;

$T_{пр}=8$ год — тривалість роботи зони приймання за добу;

$A_{пр}=2$ — кількість працівників, що здійснюють приймання.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$N_{пр} = \frac{600 \cdot 1,3 \cdot 5}{255 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{3900}{4080} \approx 0,96$$

З урахуванням округлення до цілого значення приймаємо:

$$N_{пр}=1$$

Отже, для забезпечення приймання автомобілів достатньо одного місця приймання, що відповідає обсягам надходження транспортних засобів та режиму роботи СТО.

Місця очікування

Кількість місць очікування для автомобілів визначається з урахуванням кількості робочих постів станції технічного обслуговування. Місця очікування призначені для тимчасового розміщення автомобілів перед обслуговуванням або після його завершення, що дозволяє забезпечити безперервність виробничого процесу та уникнути заторів у виробничій зоні.

Орієнтовно кількість місць очікування приймається як частка від кількості робочих постів і визначається за формулою:

$$N=0,5 \cdot N_{п}$$

де:

$N_{п}$ — кількість робочих постів.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$N=0,5 \cdot 11=5,5 \approx 6$$

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Отже, кількість місць очікування приймається рівною 6, що забезпечує нормальну організацію руху автомобілів та безперебійну роботу СТО.

Місця зберігання автомобілів

Для забезпечення безперервної роботи станції технічного обслуговування необхідно передбачити достатню кількість місць для тимчасового зберігання автомобілів. Вони використовуються для розміщення транспортних засобів у період між окремими технологічними операціями або в очікуванні виконання робіт.

Кількість таких місць визначається з урахуванням середньодобового потоку автомобілів та часу їх перебування на СТО:

$$N_{зб} = \frac{M_{г} \cdot T_{в}}{T_{д}}$$

де:

$M_{г}=6$ — середня кількість автомобілів, що надходять на обслуговування протягом доби;

$T_{в}=4$ год — середній час перебування одного автомобіля на підприємстві;

$T_{д}=8$ год — тривалість робочого дня.

Після підстановки вихідних даних отримаємо:

$$N_{зб} = \frac{6 \cdot 4}{8} = 3$$

З урахуванням необхідного резерву та вимог до організації виробничого процесу приймаємо:

$N_{зб}=4$

Отже, для нормального функціонування СТО доцільно передбачити 4 місця для зберігання автомобілів, що дозволяє уникнути затримок у виробничому процесі та забезпечити рівномірне завантаження постів.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

2.15 Розрахунок чисельності працівників

Технологічна чисельність:

Визначення чисельності виробничого персоналу є важливим етапом проєктування станції технічного обслуговування, оскільки дозволяє забезпечити виконання запланованого обсягу робіт у встановлені терміни. При цьому враховується загальна трудомісткість робіт та ефективний фонд робочого часу одного працівника.

Технологічна чисельність робітників визначається за формулою:

$$P_T = \frac{T_p}{\Phi_T}$$

де:

$T_p=5228$ люд.-год — річний обсяг робіт;

$\Phi_T=2000$ год — річний фонд робочого часу одного працівника.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$P_T = \frac{5228}{2000} = 2,61 \approx 3$$

Отже, технологічна чисельність персоналу становить 3 працівники, що забезпечує виконання заданого обсягу робіт з урахуванням прийнятого режиму роботи підприємства.

Штатна чисельність:

Штатна чисельність працівників визначається з урахуванням реального ефективного фонду робочого часу одного працівника, який включає втрати часу на відпустки, тимчасову непрацездатність та інші невиходи. Цей показник дозволяє встановити фактичну кількість персоналу, необхідного для забезпечення безперебійної роботи СТО.

Розрахунок виконується за формулою:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{р}}}{\Phi_{\text{ш}}}$$

де:

$T_{\text{р}}=5228$ люд.-год — річний обсяг робіт;

$\Phi_{\text{ш}}=1790$ год — ефективний річний фонд робочого часу одного працівника.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$P_{\text{ш}} = \frac{5228}{1790} = 2,92 \approx 3$$

Отже, штатна чисельність працівників становить 3 особи.

2.16 Розрахунок площі зони ТО і ТР

Площа зони технічного обслуговування і поточного ремонту визначається з урахуванням габаритів автомобілів, кількості робочих постів та коефіцієнта, що враховує додаткові площі для проходів, розміщення обладнання та забезпечення безпечних умов праці.

Розрахунок виконується за формулою:

$$A = a_{\text{г}} \cdot N_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}}$$

де:

$a_{\text{г}}=7\text{м}^2$ — питома площа, що припадає на один автомобіль;

$N_{\text{п}}=1$ — кількість робочих постів;

$K_{\text{п}}=5$ — коефіцієнт, що враховує проходи, обладнання та допоміжні площі.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$A=7 \cdot 1 \cdot 5=35\text{м}^2$$

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

У результаті виконаних розрахунків було визначено основні виробничі параметри станції технічного обслуговування, що дозволяють оцінити її ефективність та забезпечити раціональну організацію технологічного процесу.

На основі аналізу трудомісткості встановлено, що річний обсяг робіт становить 3670–5228 люд.-год, що характеризує навантаження підприємства та є базою для подальших інженерних розрахунків. З урахуванням прийнятого режиму роботи визначено річний фонд часу одного поста, який становить 1632 год, що відображає реальні умови експлуатації з урахуванням втрат робочого часу.

Розрахунок показав, що для виконання запланованого обсягу робіт достатньо 1 робочого поста, що свідчить про невелике виробниче навантаження та можливість компактної організації виробничої зони. Також визначено, що для забезпечення безперебійного приймання автомобілів достатньо 1 місця приймання, а кількість місць очікування та зберігання становить відповідно 6 та 4, що дозволяє уникнути затримок у процесі обслуговування.

У ході розрахунку чисельності персоналу встановлено, що технологічна потреба становить 3 працівники, тоді як штатна чисельність з урахуванням організаційних втрат приймається на рівні 3–4 працівників, що забезпечує стабільну роботу підприємства та резерв на випадок відсутності персоналу.

Розрахована площа зони технічного обслуговування і поточного ремонту становить 35 м², що відповідає прийнятій кількості постів і забезпечує необхідні умови для виконання робіт з дотриманням вимог безпеки та ергономіки.

Отже, отримані результати свідчать про можливість ефективного функціонування СТО при відносно невеликих виробничих потужностях. Запропоновані параметри забезпечують раціональне використання ресурсів,

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

достатній рівень продуктивності праці та організацію технологічного процесу відповідно до сучасних вимог експлуатації транспортних засобів.

Ділянка ремонту ходової частини

Для визначення площі ділянки ремонту ходової частини складається відомість обладнання з урахуванням його кількості та займаної площі.

Таблиця 2.3 – Обладнання ділянки

№	Кількість	Найменування	Площа, м ²
1	1	Підйомник 2-стійковий	9
2	1	Прес гідравлічний	1
3	2	Верстак з тумбою	1,4
4	2	Стелаж з інструментами	0,6
5	1	Ящик для відходів	0,2
6	1	Шафа для матеріалів	0,7
Всього			14,9

Сумарна площа обладнання:

Сумарна площа, зайнята технологічним обладнанням, визначається на основі габаритних розмірів устаткування, що встановлюється у виробничій зоні. Даний показник використовується для уточнення загальної площі приміщення та перевірки можливості раціонального розміщення обладнання з урахуванням вимог безпеки та ергономіки.

Сумарна площа обладнання становить:

$$a_{об} = 14,9 \text{ м}^2$$

Отже, загальна площа, зайнята обладнанням, дорівнює 14,9 м², що необхідно враховувати при плануванні виробничої зони та визначенні коефіцієнта використання площі.

Коефіцієнт щільності розміщення для ремонтних ділянок приймається:

При проектуванні виробничих приміщень станцій технічного обслуговування важливим параметром є коефіцієнт щільності розміщення обладнання. Він враховує необхідність забезпечення проходів, зон обслуговування, безпечних відстаней між обладнанням та організацію робочих місць.

Для ремонтних ділянок значення коефіцієнта приймається в межах нормативних рекомендацій:

$$K_{п}=3$$

Дане значення враховує особливості виконання ремонтних робіт, необхідність доступу до обладнання, а також забезпечення належних умов праці та техніки безпеки.

Отже, коефіцієнт щільності розміщення обладнання приймається рівним 3, що відповідає вимогам до організації ремонтних зон СТО.

Розрахунок площі ділянки

Для більш точного визначення площі виробничої ділянки використовується метод, що базується на сумарній площі технологічного обладнання з урахуванням коефіцієнта щільності його розміщення. Такий підхід дозволяє врахувати реальні умови експлуатації, включаючи проходи, зони обслуговування та вимоги безпеки.

Розрахунок виконується за формулою:

$$A_y = a_{об} \cdot K_{п}$$

де:

$a_{об}=14,9 \text{ м}^2$ — сумарна площа обладнання;

$K_{п}=3$ — коефіцієнт щільності розміщення обладнання.

Підставляючи значення, отримаємо:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$A_y = 14,9 \cdot 3 = 44,7 \text{ м}^2$$

Отже, уточнена площа виробничої ділянки становить 44,7 м², що більш повно враховує реальні умови розміщення обладнання порівняно з укрупненими методами розрахунку.

Розрахунок площ складських приміщень

Площа складських приміщень визначається з урахуванням складу та габаритних характеристик обладнання, призначеного для зберігання матеріалів, а також необхідності забезпечення вільного доступу до нього. До такого обладнання належать ємності для мастильних матеріалів, насосне устаткування, стелажні системи, тара та інші допоміжні елементи.

Розрахунок площі складу здійснюється з використанням коефіцієнта щільності розміщення обладнання:

$$A_{ск} = a_{об} \cdot K_{п}$$

де:

$a_{об}$ — сумарна площа, зайнята складським обладнанням, м²;

$K_{п}$ — коефіцієнт щільності розміщення, що враховує проходи, зони обслуговування та вимоги безпеки.

Отримане значення площі дозволяє забезпечити раціональне розміщення матеріальних ресурсів, безпечні умови експлуатації та ефективну організацію складського господарства.

Для складських приміщень приймається:

Для визначення площі складських приміщень використовується коефіцієнт щільності розміщення обладнання, який враховує необхідність організації проходів, зон обслуговування та безпечного доступу до матеріалів.

Для складських приміщень значення коефіцієнта приймається в межах нормативних рекомендацій:

$$K_{п} = 2 \div 2,5$$

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

У подальших розрахунках доцільно прийняти:

$$K_{\Pi}=2,5$$

Отже, коефіцієнт щільності розміщення для складських приміщень приймається рівним 2,5, що забезпечує достатній простір для зберігання матеріалів та зручність їх обслуговування.

Розрахунок площ складських приміщень

Складські приміщення СТО призначені для зберігання запасних частин, експлуатаційних і мастильних матеріалів, а також допоміжного обладнання, необхідного для забезпечення безперебійної роботи підприємства. Площа цих приміщень визначається з урахуванням номенклатури матеріалів, способу їх розміщення, умов зберігання та забезпечення зручного доступу до стелажів, тари, ємностей і насосного обладнання.

Розрахунок площі складських приміщень виконується за формулою:

$$A_{ск} = a_{об} \cdot K_{\Pi}$$

де:

$A_{ск}$ — площа складського приміщення, м²;

$a_{об}$ — сумарна площа, зайнята обладнанням, м²;

K_{Π} — коефіцієнт щільності розміщення обладнання.

Для складських приміщень, як правило, приймається:

$$K_{\Pi}=2,5$$

Тоді при сумарній площі обладнання

$$a_{об}=14,9 \text{ м}^2$$

площа складського приміщення становитиме:

$$A_{ск}=14,9 \cdot 2,5=37,25 \text{ м}^2$$

Приймаємо:

$$A_{ск} \approx 37,3 \text{ м}^2$$

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Висновок: для забезпечення нормального зберігання запасних частин, мастильних матеріалів та допоміжного обладнання на СТО необхідно передбачити складське приміщення площею 37,3 м².

Результати розрахунку:

Склад запасних частин:

Площа складу запасних частин визначається за формулою:

$$A_{ск} = a_{об} \cdot K_{п}$$

де:

$a_{об}=4 \text{ м}^2$ — площа, зайнята обладнанням;

$K_{п}=2,5$ — коефіцієнт щільності розміщення.

Підставляючи значення, отримуємо:

$$A_{ск}=4 \cdot 2,5=10 \text{ м}^2$$

Висновок: площа складу запасних частин становить 10 м², що забезпечує раціональне розміщення стелажів та зручний доступ до матеріалів.

Склад експлуатаційних матеріалів:

Площа приміщення для зберігання експлуатаційних матеріалів (мастил, технічних рідин, витратних компонентів) визначається з урахуванням компактного розміщення обладнання та забезпечення вільного доступу до нього.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$A_{ск} = a_{об} \cdot K_{п}$$

де:

$a_{об}=2 \text{ м}^2$ — площа, зайнята ємностями та допоміжним обладнанням;

$K_{п}=2,5$ — коефіцієнт, що враховує щільність їх розміщення.

Після підстановки значень отримуємо:

$$A_{ск}=2 \cdot 2,5=5 \text{ м}^2$$

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Висновок: розрахункова площа складу експлуатаційних матеріалів становить 5 м², що є достатнім для організації зберігання із дотриманням вимог безпеки та зручності обслуговування.

Склад мастильних матеріалів:

Приміщення для зберігання мастильних матеріалів призначене для розміщення масел, змащувальних композицій, технічних рідин та супутнього обладнання (ємностей, роздавальних пристроїв, тари). При визначенні площі враховується необхідність безпечного зберігання речовин, а також забезпечення зручного доступу під час їх використання.

Розрахунок площі здійснюється за узагальненою залежністю:

$$A_{ск} = a_{об} \cdot K_{п}$$

де:

$a_{об}=2 \text{ м}^2$ — площа, зайнята обладнанням та ємностями;

$K_{п}=2,5$ — коефіцієнт щільності розміщення.

Після підстановки числових значень маємо:

$$A_{ск}=2 \cdot 2,5=5 \text{ м}^2$$

Висновок: розрахункова площа складу мастильних матеріалів становить 5 м², що дозволяє забезпечити раціональне розміщення обладнання з урахуванням вимог пожежної безпеки та експлуатаційної зручності.

Розрахунок площі зони зберігання (стоянки) автомобілів

Зона стоянки призначена для короткочасного розміщення транспортних засобів, що перебувають у черзі на обслуговування, діагностику або видачу після виконання робіт. Її площа визначається з урахуванням кількості автомобіле-місць, габаритних розмірів транспортних засобів, а також нормативних вимог до забезпечення маневрування та безпечних інтервалів між автомобілями.

Розрахунок площі зони стоянки виконується за залежністю:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$A_{\text{ст}} = a_{\text{г}} \cdot n_{\text{ст}} \cdot K_{\text{п}}$$

де:

$A_{\text{ст}}$ — площа зони стоянки, м²;

$a_{\text{г}}$ — площа, що припадає на один автомобіль з урахуванням його габаритів, м²;

$n_{\text{ст}}$ — кількість автомобіле-місць;

$K_{\text{п}}$ — коефіцієнт, що враховує щільність розміщення та необхідні проїзди.

Зазначений підхід дозволяє врахувати не лише геометричні параметри транспортних засобів, але й забезпечити раціональну організацію простору зони стоянки відповідно до експлуатаційних та безпекових вимог.

Розрахунок площ адміністративно-побутових приміщень

Адміністративно-побутові приміщення призначені для забезпечення належних умов праці, відпочинку та обслуговування персоналу станції технічного обслуговування. До їх складу входять службові кабінети, гардеробні, санітарно-гігієнічні вузли, кімнати відпочинку, а також інші допоміжні приміщення.

Визначення площі даних приміщень здійснюється з урахуванням чисельності персоналу, характеру виконуваних робіт, а також вимог чинних санітарних і будівельних норм. При цьому враховується необхідність створення комфортних умов праці, дотримання норм безпеки та забезпечення раціонального використання виробничого простору.

Службові приміщення

Службові приміщення призначені для розміщення адміністративно-технічного персоналу, організації управлінської діяльності, ведення документації та виконання інженерно-технічних функцій. До їх складу, як правило, входять кабінети керівника, інженерно-технічних працівників та інші робочі приміщення адміністративного призначення.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Площа службових приміщень визначається з урахуванням чисельності персоналу, характеру виконуваних робіт та необхідності забезпечення комфортних умов праці відповідно до нормативних вимог.

У даному випадку приймається:

$$A_{\text{служ}}=13\text{м}^2$$

Висновок: площа службових приміщень становить 13 м², що забезпечує достатні умови для ефективної роботи адміністративно-технічного персоналу та організації управлінських процесів на СТО.

Побутові приміщення

Гардеробні приміщення призначені для зберігання особистого та робочого одягу працівників, а також забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов. Їх площа визначається з урахуванням кількості персоналу, що працює у зміні, та нормативних вимог до організації побутових приміщень.

Розрахунок площі гардеробних здійснюється за залежністю:

$$A_{\text{г}}=0,25 \cdot P_{\text{ш}}$$

де:

$A_{\text{г}}$ — площа гардеробних, м²;

$P_{\text{ш}}$ — чисельність працівників у найбільшій зміні, осіб;

0,25 — норматив площі на одного працівника, м²/особу.

Застосування даної залежності дозволяє забезпечити достатній простір для розміщення шаф, проходів та зручного користування гардеробом відповідно до діючих норм.

Туалети

Санітарно-гігієнічні приміщення (туалети) передбачаються для забезпечення належних умов обслуговування персоналу відповідно до діючих норм. Їх кількість і площа визначаються залежно від чисельності працівників та особливостей організації виробничого процесу.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

У даному випадку приймається один санітарний вузол із мінімально допустимими габаритами.

Розрахунок площі виконується за геометричними розмірами приміщення:

$$A=1,5 \cdot 1,3 \approx 2 \text{ м}^2$$

Висновок: площа санітарного вузла становить близько 2 м², що відповідає мінімальним вимогам до розміщення обладнання та забезпечує необхідні умови експлуатації.

Душові

Душові приміщення передбачаються для забезпечення належного рівня санітарно-гігієнічного обслуговування персоналу, особливо при виконанні робіт, пов'язаних із забрудненням одягу та шкіри. Їх кількість і площа визначаються з урахуванням чисельності працівників та характеру виробничих процесів.

У даному випадку приймається одна душова кабіна.

Площа визначається за габаритними розмірами:

$$A=0,9 \cdot 0,9=0,81 \text{ м}^2$$

З урахуванням необхідного простору для підходу та обслуговування приймається:

$$A \approx 1,6 \text{ м}^2$$

Висновок: площа душового приміщення становить 1,6 м², що забезпечує можливість зручного користування та відповідає мінімальним експлуатаційним вимогам.

2.16 Визначення потреби в енергоресурсах

Раціональне забезпечення станції технічного обслуговування енергоресурсами є важливою умовою її ефективного функціонування. До основних видів енергозабезпечення належать електроенергія, теплова енергія та водопостачання.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Одним із ключових показників є визначення необхідної кількості виробничих постів, що впливає на загальне енергоспоживання підприємства.

Розрахунок кількості постів виконується за залежністю:

Річне споживання електроенергії

$$N_{\text{пр}} = \frac{4020}{255 \cdot 8 \cdot 2}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{4020}{4080} \approx 1$$

Висновок: розрахункова кількість виробничих постів становить 1 пост, що приймається для подальших розрахунків енергоспоживання та організації виробничого процесу СТО.

Річне споживання силової електроенергії

Визначення річних витрат електроенергії силовим обладнанням СТО є необхідним етапом проєктування системи енергозабезпечення підприємства. Розрахунок базується на врахуванні встановленої потужності обладнання, тривалості його роботи протягом року, а також коефіцієнтів, що характеризують реальні умови експлуатації.

Такий підхід дозволяє отримати достатньо точне значення енергоспоживання для інженерних розрахунків і вибору енергетичного обладнання.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$W_{\text{сил}} = \sum P_y \cdot K_z \cdot \Phi_o \cdot K_{\text{сп}}$$

де:

$W_{\text{сил}}$ — річне споживання електроенергії силовими споживачами, кВт·год;

$\sum P_y$ — сумарна встановлена потужність обладнання, кВт;

K_z — коефіцієнт завантаження обладнання;

Φ_o — річний фонд часу роботи обладнання, год;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Ксп — коефіцієнт попиту (використання потужності).

Застосування наведеного виразу дає змогу врахувати нерівномірність роботи обладнання та отримати більш реалістичну оцінку енергоспоживання.

Річне споживання електроенергії на освітлення

Витрати електроенергії на освітлення приміщень СТО визначаються з урахуванням їх площі, нормативної питомої потужності освітлення та тривалості роботи освітлювальних установок протягом року. Такий підхід дозволяє отримати достовірну оцінку енергоспоживання при експлуатації підприємства.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$W_{\text{осв}} = \sum p_{\text{уд}} \cdot t \cdot A_{\text{п}}$$

де:

$W_{\text{осв}}$ — річне споживання електроенергії на освітлення, кВт·год;

$p_{\text{уд}}$ — питома потужність освітлення, Вт/м²;

t — річний час роботи освітлення, год;

$A_{\text{п}}$ — площа приміщень, м².

Застосування даної формули дає змогу врахувати особливості експлуатації освітлювальних систем та забезпечити достатню точність при виконанні проєктних розрахунків.

Нормативні значення питомої потужності:

Для визначення витрат електроенергії на освітлення приміщень СТО використовуються нормативні значення питомої потужності, які враховують функціональне призначення приміщень та вимоги до рівня освітленості.

У розрахунках приймаються такі значення:

виробничі приміщення — 12 Вт/м²;

адміністративні приміщення — 15 Вт/м²;

складські приміщення — 7 Вт/м²;

допоміжні приміщення — 8 Вт/м².

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Застосування диференційованих значень питомої потужності дозволяє більш точно врахувати особливості освітлення різних зон підприємства та підвищити достовірність енергетичних розрахунків.

Примітка: вищі значення питомої потужності для адміністративних і виробничих приміщень обумовлені необхідністю забезпечення підвищених рівнів освітленості, тоді як для складських і допоміжних зон допускається знижене освітлення.

Тривалість роботи освітлення:

Річна тривалість функціонування систем освітлення визначається з урахуванням режиму роботи підприємства, кількості змін та сезонних особливостей природного освітлення. Для станцій технічного обслуговування, що працюють у двозмінному режимі, даний показник приймається за нормативними рекомендаціями.

У розрахунках приймається:

$$t=2100\div 2200 \text{ год}$$

Для подальших розрахунків доцільно використовувати середнє значення:

$$t=2150 \text{ год}$$

Висновок: прийнята тривалість роботи освітлення 2150 год/рік забезпечує достатню точність при визначенні річного споживання електроенергії з урахуванням реального режиму експлуатації СТО.

2.17 Визначення потреби в енергоресурсах

Річний витрата електроенергії на освітлення

Річні витрати електроенергії на освітлення визначаються диференційовано для окремих груп приміщень залежно від їх функціонального призначення, площі та нормативної питомої потужності освітлювального навантаження. Такий підхід дозволяє більш точно

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

врахувати особливості експлуатації виробничих, складських і адміністративно-побутових зон СТО.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$W_{\text{осв}} = \frac{p_{\text{уд}} \cdot t \cdot A}{1000}$$

де:

$W_{\text{осв}}$ — річне споживання електроенергії на освітлення, кВт·год;

$p_{\text{уд}}$ — питома потужність освітлення, Вт/м²;

t — тривалість роботи освітлення, год/рік;

A — площа відповідної групи приміщень, м²;

1000 — коефіцієнт переведення з Вт·год у кВт·год.

Застосування цієї формули забезпечує отримання обґрунтованих результатів, придатних для подальшого аналізу енергоспоживання та вибору електротехнічного обладнання.

Освітлення виробничих приміщень

Витрати електроенергії на освітлення виробничих зон визначаються з урахуванням підвищених вимог до рівня освітленості, що обумовлено необхідністю забезпечення безпечних та ефективних умов праці.

Для розрахунку приймаються такі вихідні дані:

$p_{\text{уд}}=12$ Вт/м² — питома потужність освітлення;

$t=1500$ год — тривалість роботи освітлення;

$A=140$ м² — площа виробничих приміщень.

Розрахунок виконується за формулою:

$$W_{\text{осв,вир}} = \frac{12 \cdot 1500 \cdot 140}{1000}$$

$W_{\text{осв,вир}}=2520$ кВт·год

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Висновок: річне споживання електроенергії на освітлення виробничих приміщень становить 2520 кВт·год, що відображає характерні умови експлуатації та прийнятий режим роботи СТО.

Освітлення складських приміщень

Енергоспоживання освітлювальних установок у складських приміщеннях визначається з урахуванням знижених вимог до рівня освітленості порівняно з виробничими зонами, що обумовлено специфікою виконуваних робіт та режимом їх використання.

Для розрахунку приймаються такі вихідні параметри:

$p_{уд}=7 \text{ Вт/м}^2$ — питома потужність освітлення;

$t=1500 \text{ год}$ — тривалість роботи освітлення;

$A=15 \text{ м}^2$ — площа складських приміщень.

Розрахунок виконується за формулою:

$$W_{осв,скл} = \frac{7 \cdot 1500 \cdot 15}{1000}$$

$$W_{осв,скл}=157,5 \approx 158 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Висновок: річне споживання електроенергії на освітлення складських приміщень становить 158 кВт·год, що відповідає прийнятним умовам експлуатації та нормативним вимогам.

Освітлення адміністративно-побутових приміщень

Витрати електроенергії на освітлення адміністративно-побутових приміщень визначаються з урахуванням підвищених вимог до освітленості робочих місць, що пов'язано з виконанням управлінських, організаційних та побутових функцій.

Для розрахунку приймаються такі вихідні дані:

$p_{уд}=15 \text{ Вт/м}^2$ — питома потужність освітлення;

$t=1500 \text{ год}$ — тривалість роботи освітлення;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$A=63 \text{ м}^2$ — площа приміщень.

Розрахунок виконується за формулою:

$$W_{\text{осв,адм}} = \frac{15 \cdot 1500 \cdot 63}{1000}$$

$$W_{\text{осв,адм}}=1417,5 \approx 1418 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Висновок: річне споживання електроенергії на освітлення адміністративно-побутових приміщень становить 1418 кВт·год, що відповідає прийнятим умовам експлуатації та забезпечує необхідний рівень освітленості.

Загальний річний витрата електроенергії на освітлення

Сумарні витрати електроенергії на освітлення визначаються як сума споживання для всіх груп приміщень з урахуванням їх функціонального призначення та режиму експлуатації.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$W_{\text{осв,заг}}=W_{\text{осв,вир}}+W_{\text{осв,скл}}+W_{\text{осв,адм}}$$

Підставляючи отримані значення, маємо:

$$W_{\text{осв,заг}}=2520+158+1418=4096 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Висновок: загальне річне споживання електроенергії на освітлення становить 4096 кВт·год, що характеризує енергетичні витрати на забезпечення нормативного рівня освітленості всіх приміщень СТО.

Річний витрата тепла на опалення будівлі

Визначення потреби в тепловій енергії є важливим етапом проектування системи опалення СТО. Розрахунок базується на врахуванні теплотехнічних характеристик будівлі, її об'ємно-планувальних параметрів та заданого температурного режиму експлуатації. Це дозволяє забезпечити підтримання нормативної температури у виробничих, складських і адміністративно-побутових приміщеннях.

Розрахунок витрати теплової енергії виконується за залежністю:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

$$W_T = q \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}) \cdot N_{\text{от}}$$

де:

W_T — витрата теплової енергії за опалювальний період, кВт·год;

q — питомі теплові втрати будівлі, Вт/(м³·°C);

V — об'єм будівлі, м³;

$t_{\text{вн}}$ — розрахункова внутрішня температура, °C;

$t_{\text{нар}}$ — розрахункова зовнішня температура, °C;

$N_{\text{от}}$ — тривалість опалювального періоду, год.

Застосування наведеної формули дозволяє отримати обґрунтовану оцінку теплового навантаження, необхідного для забезпечення комфортних умов праці та стабільного функціонування підприємства в холодний період року.

Розрахунок річної витрати теплової енергії

Для визначення потреби СТО у тепловій енергії приймаються наступні вихідні дані:

$q=0,3$ ккал/(м³·год·°C) — питомі теплові втрати;

$V=144000$ м³ — об'єм будівлі;

$t_{\text{вн}}=20$ °C — внутрішня розрахункова температура;

$t_{\text{нар}}=-24$ °C — зовнішня розрахункова температура;

$N_{\text{от}}=3600$ год — тривалість опалювального періоду.

Різниця температур становить:

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}} = 20 - (-24) = 44^\circ \text{C}$$

Розрахунок виконується за формулою:

$$W_T = 0,3 \cdot 144000 \cdot 44 \cdot 3600$$

$$W_T = 6\,842\,880\,000 \text{ ккал/рік}$$

Для підвищення інформативності результат переведемо у кВт·год:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

1 кВт·год = 860 ккал

$$W_T = \frac{6\,842\,880\,000}{860} \approx 7\,957\,000$$

Висновок: річна потреба в тепловій енергії становить приблизно $6,84 \cdot 10^9$ ккал або $7,96 \cdot 10^6$ кВт·год, що характеризує необхідний рівень тепlopостачання для підтримання нормативного температурного режиму на СТО в опалювальний період.

Добовий витрата води

Виробничі потреби

Витрати води на виробничі потреби визначаються з урахуванням встановлених нормативів споживання на одного працівника та чисельності персоналу, зайнятого у виробничому процесі. Такий підхід дозволяє оцінити необхідний обсяг водопостачання для забезпечення технологічних операцій і санітарних потреб.

Для розрахунку приймаються:

норма витрати води — 20 л/добу на одного працівника;

$n=4$ — кількість працівників.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$Q_{\text{вир}} = 20 \cdot 4$$

$$Q_{\text{вир}} = 80 \text{ л}$$

Висновок: добовий витрата води на виробничі потреби становить 80 л, що відповідає прийнятим нормативам та забезпечує виконання технологічних процесів на СТО.

Добовий витрата води на господарсько-побутові потреби

Витрати води на господарсько-побутові потреби визначаються відповідно до нормативів споживання на одного працівника з урахуванням загальної чисельності персоналу. До цієї категорії належать витрати води на санітарно-гігієнічні потреби, включаючи користування умивальниками, душовими та санітарними вузлами.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Для розрахунку приймаються:

норма витрати води — 25 л/добу на одного працівника;

$n=5$ — кількість працівників.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$Q_{\text{поб}}=25 \cdot 5$$

$$Q_{\text{поб}}=125 \text{ л}$$

Висновок: добовий витрата води на господарсько-побутові потреби становить 125 л, що відповідає встановленим нормам та забезпечує належні умови експлуатації приміщень СТО.

Душові

Витрати води на душові потреби визначаються відповідно до встановлених нормативів, що враховують необхідність забезпечення належного санітарно-гігієнічного рівня для працівників після виконання виробничих операцій.

Для розрахунку приймаються:

норма витрати води — 50 л/добу на одного працівника;

$n=4$ — кількість працівників, що користуються душовими.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$Q_{\text{душ}}=50 \cdot 4$$

$$Q_{\text{душ}}=200 \text{ л}$$

Висновок: добовий витрата води на душові потреби становить 200 л, що забезпечує необхідні санітарні умови для персоналу СТО.

Загальний добовий витрата води

Сумарне водоспоживання на СТО визначається як сума витрат води на виробничі, господарсько-побутові та санітарні потреби. Такий підхід дозволяє отримати узагальнений показник, необхідний для проектування систем водопостачання та водовідведення.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$Q_{\text{заг}}=Q_{\text{вир}}+Q_{\text{поб}}+Q_{\text{душ}}$$

					КВАРТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Підставляючи отримані значення, маємо:

$$Q_{\text{заг}}=80+125+200=405 \text{ л}$$

Висновок: загальний добовий витрата води становить 405 л, що характеризує потребу СТО у водопостачанні та забезпечує нормальні умови експлуатації підприємства.

Висновок

У результаті виконаних розрахунків проведено комплексну оцінку потреб станції технічного обслуговування в основних енергоресурсах, необхідних для забезпечення її стабільного функціонування. Встановлено, що річне споживання електроенергії на освітлення становить 4096 кВт·год, що відповідає прийнятому режиму роботи та характеристикам приміщень.

Розрахунок теплового навантаження показав, що річна потреба у тепловій енергії складає $6,84 \cdot 10^9$ ккал (приблизно $7,96 \cdot 10^6$ кВт·год), що забезпечує підтримання нормативного температурного режиму в опалювальний період з урахуванням об'ємно-планувальних параметрів будівлі та кліматичних умов.

Добове споживання води визначено на рівні 405 л, що включає витрати на виробничі, господарсько-побутові та санітарні потреби персоналу і відповідає встановленим нормативам.

Отримані результати є обґрунтованою базою для подальшого проєктування систем електропостачання, тепlopостачання та водопостачання СТО, а також дозволяють оцінити ефективність використання ресурсів і сформулювати передумови для впровадження енергоощадних технологій.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз існуючих способів відновлення шарових опор

Шарнірні з'єднання типу шарових опор є відповідальними елементами підвіски автомобіля, що забезпечують рухливе з'єднання важелів та

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

поворотних кулаків. У процесі експлуатації вони піддаються інтенсивному зношуванню внаслідок дії змінних навантажень, ударних впливів, забруднення та недостатнього змащування.

Основними причинами виходу шарових опор з ладу є:

- зношування сферичної поверхні пальця;
- руйнування полімерного або металополімерного вкладиша;
- втрата герметичності пильника;
- потрапляння абразивних частинок у зону тертя;
- зниження мастильних властивостей робочого середовища.

Залежно від конструкції та ступеня пошкодження застосовуються різні способи відновлення, серед яких найбільш поширеними є:

- розбірний (реставраційний);
- нерозбірний (ін'єкційний або запресовочний);
- комбінований;
- заміна вузла в зборі.

Найбільш технологічно складним, але і найбільш якісним є розбірний спосіб відновлення, який дозволяє максимально відновити ресурс вузла.

3.2 Розбірний спосіб відновлення шарових опор

Розбірний спосіб відновлення шарових опор полягає у повній розбірці вузла з подальшою заміною зношених елементів і відновленням геометричних параметрів робочих поверхонь. Фактично, цей метод передбачає виготовлення нового шарніра на основі збережених базових деталей.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78



Рисунок 3.1 – Розбірний спосіб ремонту шарових опор



Рисунок 3.2 – Конструкція (структура) шарової опори

Технологічна сутність процесу

У процесі відновлення шарнір повністю розбирається. До подальшого використання залишаються лише:

- корпус шарніра (важіль, наконечник тощо);
- шаровий палець (за умови його придатності).

Інші елементи (вкладиші, ущільнення, мастило) підлягають заміні.

Основні етапи відновлення

1. Розбирання вузла Виконується демонтаж пильника, видалення завальцьованих елементів і повне розкриття шарніра.
2. Дефектування деталей Проводиться контроль:
 - геометрії сферичної поверхні пальця;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- зносу посадочних поверхонь;
- стану корпусу.
- 3. Оцінка придатності шарового пальця Якщо:
 - відхилення форми і розмірів у допустимих межах → виконується шліфування і полірування;
 - перевищені допуски → палець замінюється.
- 4. Виготовлення нового вкладиша Вкладиш (сухар) виготовляється індивідуально під:
 - фактичний розмір корпусу;
 - відновлений або новий шаровий палець.

Матеріал — високоміцні полімери з підвищеною зносостійкістю та антифрикційними властивостями.

- 5. Складання вузла
 - нанесення високоякісного мастила;
 - запресовка вкладиша;
 - встановлення шарового пальця;
 - герметизація вузла;
 - завальцювання корпусу.
- 6. Встановлення пильника Забезпечує герметичність і захист від зовнішнього середовища.

Особливості технології

Процес відновлення характеризується:

- високою трудомісткістю;
- необхідністю застосування спеціалізованого обладнання;
- індивідуальним підходом до кожного вузла;
- багатостадійним контролем якості.

До виконання операцій залучаються фахівці різного профілю:

- токарі;
- фрезерувальники;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

- оператори литтєвого обладнання;
- слюсарі-складальники.

Переваги розбірного способу

- максимальне відновлення ресурсу вузла;
- висока точність геометрії;
- можливість контролю кожного етапу;
- використання зносостійких матеріалів;
- відповідність технічним вимогам виробника.

Недоліки

- висока трудомісткість;
- значна тривалість процесу;
- потреба у високоточному обладнанні;
- залежність якості від кваліфікації персоналу.



Рисунок 3.3 – Відновлена шарова опора після ремонту

Розбірний спосіб відновлення шарових опор є найбільш ефективним з точки зору забезпечення довговічності та надійності вузла. Незважаючи на підвищену складність і трудомісткість, він дозволяє максимально наблизити характеристики відновленої деталі до нової, що робить його доцільним для застосування у ремонтних підприємствах з відповідним технічним оснащенням.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

3.3 Способи тимчасового покращення характеристик зношеної шарової опори

У практиці експлуатації та продажу автомобілів досить поширеними є методи, спрямовані не на відновлення ресурсу шарової опори, а лише на тимчасове покращення її зовнішнього стану та суб'єктивних експлуатаційних характеристик. Найбільш типовим серед них є так званий метод «передпродажної підготовки».

Сутність даного підходу полягає у виконанні комплексу нескладних операцій, які створюють візуальне враження справності вузла, але не усувають причин його зношування. До таких операцій відносяться:

- заміна кріпильних елементів (болтів, гайок) на нові;
- встановлення нового пильника;
- очищення поверхонь від забруднень, корозії та продуктів зносу;
- фарбування елементів підвіски для покращення зовнішнього вигляду;
- введення мастила у зону тертя (шприцювання) з метою усунення сторонніх шумів.

Застосування мастильних матеріалів дозволяє тимчасово зменшити скрипи та люфти, однак не впливає на геометричні параметри зношених деталей. Таким чином, відновлення працездатності шарніра фактично не відбувається.

Слід зазначити, що даний метод не може розглядатися як ремонт або відновлення, оскільки:

- не усуває зношування контактних поверхонь;
- не відновлює посадочні зазори;
- не забезпечує довговічність вузла.

З технічної точки зору, це лише короткочасне маскування дефектів, яке не гарантує безпечної подальшої експлуатації автомобіля.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

3.4 Спосіб перетворення шарової опори у регульований шарнір

Одним із альтернативних методів відновлення є переробка шарової опори у регульований шарнір. Даний спосіб застосовується переважно до шарнірів відкритого типу і передбачає зміну конструкції вузла з метою забезпечення можливості регулювання зазору в парі тертя.

У відновленому вигляді такий шарнір за принципом роботи наближається до конструкції рульових наконечників вантажних автомобілів попередніх поколінь.

Технологічна схема відновлення

Процес включає такі основні операції:

1. Механічна підготовка корпусу Нижня частина корпусу (зона заглушки) зрізається.
2. Модифікація конструкції До корпусу приварюється кільце з внутрішньою різьбою, яке забезпечує можливість подальшого регулювання.
3. Заміна вкладиша Зношений вкладиш видаляється. Замість нього виготовляються нові елементи (верхній та нижній), як правило, з полімерного матеріалу.
4. Обробка шарового пальця Виконується шліфування та полірування сферичної поверхні.
5. Складання вузла Шарнір комплектується новими елементами, після чого у різьбове кільце встановлюється регульовальна пробка.

Переваги методу

- можливість регулювання зазору в процесі експлуатації;
- відносно висока точність підгонки;
- покращення експлуатаційних характеристик у порівнянні з тимчасовими методами;
- зниження вартості порівняно з повною заміною вузла.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Недоліки методу

Разом з тим, даний спосіб має ряд суттєвих обмежень:

1. Порушення заводської конструкції Внесення змін у конструкцію вузла не передбачене виробником, що може викликати проблеми при технічному огляді та експлуатації.
2. Обмежена універсальність Метод не застосовується до всіх типів шарових опор через конструктивні особливості.
3. Зміна геометрії вузла Після модифікації можливе відхилення габаритних розмірів, що ускладнює встановлення на штатне місце.
4. Зменшення площі контакту Контактна поверхня між пальцем і вкладишем зазвичай менша, ніж у заводському виконанні, що призводить до зниження ресурсу.
5. Обмеження за температурою експлуатації Полімерні матеріали (зокрема капролон), які використовуються для виготовлення вкладишів, ефективно працюють лише до температури близько 70 °С. При перевищенні цієї температури відбувається їх термічне розширення, що може призводити до:
 - збільшення тертя;
 - появи скрипів;
 - підclinювання шарніра.

Таким чином, проведений аналіз показав, що існуючі способи тимчасового відновлення працездатності шарових опор не забезпечують повноцінного відтворення їх початкового ресурсу та експлуатаційних характеристик. Застосування подібних рішень може розглядатися лише як короточасний захід, спрямований на продовження роботи вузла, проте не як повноцінна альтернатива ремонту або заміни.

Більш ефективним підходом є перетворення конструкції у регульований шарнір, що дозволяє частково компенсувати зношування та забезпечити можливість подальшої експлуатації. Водночас реалізація даного

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

методу супроводжується внесенням змін у конструкцію вузла, що може впливати на його надійність, а також накладає обмеження щодо умов роботи та довговічності.

Отже, вибір способу відновлення шарових опор повинен здійснюватися з урахуванням технічного стану деталі, вимог до безпеки та доцільності подальшої експлуатації, а також економічної ефективності прийнятого рішення.

3.5 Відновлення шарової опори полімером за технологією Direct Casting

Технологія Direct Casting (безрозбірне відновлення полімером) є сучасним методом відновлення шарових опор, який базується на ін'єкційному введенні зносостійкого полімерного матеріалу у внутрішній об'єм шарніра без його повного розбирання.

Даний спосіб дозволяє відновити працездатність вузла за рахунок компенсації зазорів у парі тертя «шаровий палець – вкладиш» та формування нового контактного шару без втручання у базову конструкцію корпусу.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85



Рисунок 3.4 – Основні типи шарнірів, придатні для відновлення методом Direct Casting

Умови застосування технології

Незважаючи на універсальність методу, його ефективність визначається дотриманням ряду технічних вимог. У загальному випадку ін'єкційне відновлення може бути виконане практично для будь-якого шарнірного вузла, однак ресурс відновленої деталі буде достатнім лише за виконання наступних умов:

1. Стан шарового пальця Сферична поверхня повинна бути:
 - без слідів корозії;
 - без механічних пошкоджень;
 - збереженої геометричної форми.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРАТ 26 23063.000 ПЗ

Арк.

86

2. Товщина вкладиша або посадкової зони Мінімальна товщина стінок повинна становити 1,5–2 мм, що забезпечує необхідну міцність та стабільність полімерного шару.

3. Герметичність корпусу З'єднання типу «корпус – кришка» повинно бути герметичним, без тріщин і деформацій, що гарантує утримання полімеру в робочій зоні.

Обмеження застосування

Існують конструктивні типи шарових опор, для яких застосування технології Direct Casting є недоцільним або економічно не вигідним:

- наявність нерозбірного пильника, завальцьованого у корпус;
- відсутність класичного полімерного вкладиша (його функцію виконує пружний елемент);
- циліндрична посадка пильника без фіксації, що ускладнює герметизацію;
- висока вартість допоміжних елементів (пильників, ущільнень), яка перевищує доцільність ремонту.

Технологічний процес відновлення

Процес відновлення виконується у декілька етапів:

1. Демонтаж пильника та первинний контроль Проводиться візуальна оцінка стану шарового пальця та внутрішніх поверхонь.

2. Підготовка отвору для ін'єкції У нижній частині корпусу свердлиться отвір з подальшим нарізанням різьби (зазвичай М6), який використовується як канал для подачі полімеру.

3. Очищення та підготовка вузла Внутрішня порожнина ретельно промивається та продувається стисненим повітрям для видалення залишків мастила, забруднень та продуктів зносу.

4. Термічна підготовка Корпус шарової опори нагрівається до робочої температури з метою забезпечення:

- рівномірного розподілу полімеру;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

- заповнення мікропорожнин;
- покращення адгезії матеріалу.

5. Ін'єкція полімеру (залівка) Полімер під тиском подається у внутрішню порожнину шарніра. Частина матеріалу виходить у верхній частині вузла, що свідчить про повне заповнення робочого об'єму.

6. Формування робочої поверхні Після полімеризації утворюється новий антифрикційний шар, який компенсує зношування та забезпечує необхідний контакт між елементами.

Переваги методу

- відсутність необхідності повного розбирання вузла;
- відносно низька трудомісткість;
- скорочення часу ремонту;
- збереження базових конструктивних елементів;
- можливість багаторазового відновлення.

Недоліки

- залежність результату від початкового стану шарніра;
- обмежений ресурс у порівнянні з розбірним методом;
- чутливість полімеру до температурних впливів;
- необхідність суворого дотримання технології.

Технологія Direct Casting є ефективним методом відновлення шарових опор за умови задовільного стану основних конструктивних елементів. Вона дозволяє значно продовжити термін служби вузла при мінімальних витратах часу та ресурсів. Разом з тим, застосування даного методу доцільне лише при дотриманні технологічних обмежень, оскільки у протилежному випадку відновлена деталь не забезпечить необхідного рівня надійності.

- розробки (конструкторське рішення)

					КВРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88



Рисунок 3.5 – демонтажу пильника

Після демонтажу пильника здійснюється візуальний контроль стану шарнірної пари. У разі відсутності пошкоджень сферичної поверхні кульового пальця (задирів, корозії, деформацій) вузол може бути придатним до подальшого відновлення або експлуатації.



Рисунок 3.6 - свердління отвору з подальшим нарізанням різьби типорозміру М6

У донній частині корпусу кульової опори виконується свердління отвору з подальшим нарізанням різьби типорозміру М6. Дана операція забезпечує можливість встановлення додаткового елемента (наприклад,

прес-маслянки або регулювального гвинта) для обслуговування чи відновлення вузла.

Підготовка вузла до відновлення полімерним матеріалом

Після завершення попередніх операцій шарову опору піддають ретельному очищенню. Для цього здійснюється інтенсивне промивання вузла з метою повного видалення залишків зносу, мастильних матеріалів та сторонніх включень, які можуть негативно вплинути на адгезію полімерного композиту до робочих поверхонь.

Після промивання виконується продування стисненим повітрям, що забезпечує видалення залишкової вологи та дрібнодисперсних частинок із внутрішніх порожнин вузла. Така підготовка є критичною, оскільки навіть незначні забруднення можуть призвести до утворення дефектів у відновленому шарі.

Підготовлений таким чином вузол встановлюється у технологічне оснащення (спеціалізований стенд або установка), після чого здійснюється контрольований прогрів корпусу шарової опори. Термічна обробка дозволяє:

- знизити в'язкість полімерного матеріалу під час заливки;
- забезпечити рівномірне заповнення всіх робочих порожнин;
- покращити змочуваність та адгезійні властивості матеріалу.

Процес заливки полімерного матеріалу

Безпосередній процес відновлення полягає у введенні полімерного композиційного матеріалу у внутрішній об'єм шарової опори під тиском або під дією гравітаційних сил (залежно від застосованої технології Direct Casting).

Під час заливки частина полімеру проходить через верхню частину корпусу шарової опори, що свідчить про повне заповнення робочого об'єму. При цьому матеріал, що виходить назовні, піддається швидкому твердінню внаслідок контакту з навколишнім середовищем та охолодженими поверхнями.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Такий ефект забезпечує:

- герметизацію вузла;
- формування щільного контактного шару;
- відсутність повітряних порожнин у зоні тертя.

У результаті формується відновлений антифрикційний шар із заданими фізико-механічними та трибологічними властивостями, що забезпечує відновлення працездатності шарової опори та підвищення її ресурсу в умовах експлуатації.



Рисунок 3.6 – Процес термічної підготовки корпусу шарової опори перед заливкою полімерного матеріалу

На представленому рисунку зображено етап термічної підготовки корпусу шарової опори перед виконанням операції відновлення методом полімерного лиття (Direct Casting). Нагрівання здійснюється за допомогою газового пальника, що дозволяє забезпечити рівномірне підвищення температури металевого корпусу.

Застосування попереднього підігріву є технологічно обґрунтованим і виконує декілька важливих функцій:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

- зменшення в'язкості полімерного матеріалу під час заливки, що покращує його текучість;
- забезпечення повного заповнення внутрішніх порожнин шарової опори без утворення повітряних включень;
- покращення адгезії полімеру до металевої основи за рахунок активізації поверхні;
- зниження внутрішніх напружень у відновленому шарі внаслідок більш рівномірного охолодження.

Контроль температурного режиму нагріву є критично важливим, оскільки перегрів може призвести до зміни структури металу корпусу або до локальних деформацій, що негативно вплине на геометричну точність вузла.

Таким чином, дана операція є невід'ємною складовою технологічного процесу відновлення шарових опор і безпосередньо впливає на якість сформованого антифрикційного шару та довговічність відновленого вузла.

Механічна обробка після полімеризації матеріалу

Після завершення процесу полімеризації та повного охолодження вузла шарову опору демонтують із технологічного оснащення. На даному етапі формується остаточна геометрія відновленого контактного вузла, що безпосередньо впливає на його працездатність та ресурс.

Подальша обробка передбачає видалення надлишків полімерного матеріалу, які утворюються внаслідок витікання композиції через технологічні зазори під час заливки. Для цього застосовується спеціалізований інструмент (ріжучий або шліфувальний), що забезпечує точне та контрольоване зняття:

- облойних утворень;
- залишків литникової системи;
- надлишків матеріалу в зоні стику корпусу.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Особливу увагу приділяють забезпеченню правильної геометрії робочої поверхні та відсутності локальних дефектів, які можуть призвести до концентрації напружень або прискореного зношування під час експлуатації.

Якість виконання даної операції визначає:

- рівномірність контактної взаємодії у парі тертя;
- стабільність трибологічних характеристик;
- герметичність та довговічність вузла.

У результаті формується відновлена шарова опора з заданими параметрами точності та шорсткості поверхні, що відповідають експлуатаційним вимогам вузлів підвіски транспортних засобів.

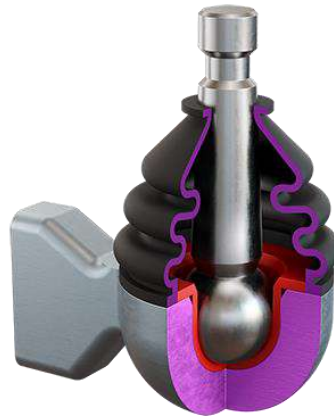


Рисунок 3.7 – Внутрішня поверхня шарової опори після заливки полімерного матеріалу (формування антифрикційного шару)

На рисунку представлено стан внутрішньої поверхні шарової опори після виконання процесу відновлення методом полімерного лиття. Видно сформований полімерний шар, який виконує функцію антифрикційного вкладиша та забезпечує роботу трибологічної пари «сфера – полімер».

Полімерний матеріал рівномірно заповнює зазор між сферичною поверхнею пальця та корпусом опори, утворюючи суцільний контактний шар. У процесі полімеризації відбувається формування структури матеріалу, що визначає його експлуатаційні властивості.

Сформований шар забезпечує:

- зменшення коефіцієнта тертя у контактній парі;
- компенсацію зношування металевих поверхонь;
- підвищення демпфувальних властивостей вузла;
- зниження рівня шуму та вібрацій під час роботи підвіски.

Особливістю даного процесу є те, що геометрія контактної поверхні формується безпосередньо в умовах складання вузла, що забезпечує максимальну відповідність реальним умовам навантаження та контакту.

Якість сформованого полімерного шару оцінюється за такими критеріями:

- відсутність пор та пустот;
- рівномірність товщини шару;
- адгезійна міцність до металевої основи;
- відповідність геометрії контактної поверхні.

Таким чином, сформований антифрикційний полімерний шар є ключовим елементом, що визначає трибологічні характеристики та довговічність відновленої шарової опори в умовах експлуатації транспортних засобів.



Рисунок 3.8 – змащування опори

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Герметизація технологічного отвору та встановлення мастильного елемента

Після завершення операцій формування та механічної обробки полімерного шару технологічний отвір, через який здійснювалась заливка матеріалу, підлягає герметизації. Найпростішим рішенням є його закриття шляхом встановлення заглушки або заповнення герметизуючим матеріалом.

Разом із тим, більш доцільним з точки зору підвищення експлуатаційних характеристик вузла є встановлення мастильного елемента — тавотниці (маслянки). Її монтаж дозволяє реалізувати періодичне обслуговування шарової опори шляхом введення мастильного матеріалу без розбирання вузла.

Використання тавотниці забезпечує ряд суттєвих переваг:

- зниження коефіцієнта тертя у трибологічній парі «сфера – полімер»;
- зменшення інтенсивності зношування контактних поверхонь;
- відведення продуктів зносу із зони контакту;
- захист від корозії та проникнення вологи;
- підвищення довговічності вузла в умовах циклічних навантажень.

Регулярне шприцювання мастильного матеріалу дозволяє підтримувати стабільний мастильний режим (наближений до граничного або змішаного тертя), що є критично важливим для забезпечення надійної роботи вузлів підвіски транспортних засобів.

Таким чином, встановлення тавотниці є конструктивно та експлуатаційно обґрунтованим рішенням, яке суттєво підвищує ресурс відновленої шарової опори та покращує її трибологічні характеристики.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95



Рисунок 3.9 – Конструкція шарової опори з встановленою тавотницею та полімерним антифрикційним вкладишем

На рисунку представлено конструктивне виконання шарової опори після відновлення методом полімерного лиття з інтегрованим мастильним елементом — тавотницею. Вузол демонструє основні функціональні елементи: сферичний палець, корпус, полімерний антифрикційний вкладиш, ущільнювальний елемент та різбову частину для монтажу.

Полімерний вкладиш сформований у внутрішній порожнині корпусу та забезпечує роботу трибологічної пари «метал – полімер». Завдяки своїм фізико-механічним властивостям він виконує функцію демпфуючого та антифрикційного шару, що дозволяє:

- зменшити контактні напруження;
- знизити коефіцієнт тертя;
- компенсувати мікронерівності металевих поверхонь;
- підвищити стійкість до ударних та змінних навантажень.

Особливу роль у підвищенні експлуатаційної надійності вузла відіграє встановлена тавотниця, яка забезпечує можливість періодичного введення

мастильного матеріалу без демонтажу шарової опори. У процесі шприцювання мастило:

- формує захисну мастильну плівку;
- зменшує інтенсивність адгезійного та абразивного зношування;
- сприяє відведенню продуктів зносу із зони контакту;
- запобігає проникненню вологи та агресивних середовищ.

Ущільнювальний елемент (пильник) виконує функцію герметизації вузла, перешкоджаючи втраті мастильного матеріалу та захищаючи внутрішні поверхні від забруднення.

Таким чином, представлена конструкція шарової опори є прикладом комплексного відновлення вузла із застосуванням сучасних матеріалів та технологічних рішень, що забезпечують підвищення трибологічних характеристик, надійності та ресурсу роботи вузлів підвіски транспортних засобів.

Завершальні операції та оснащення майстерні

Після виконання всіх технологічних операцій відновлення шарової опори проводиться її остаточне складання та підготовка до експлуатації. На даному етапі у внутрішню порожнину вузла вводиться мастильний матеріал, що забезпечує формування первинної мастильної плівки у трибологічній парі «сфера – полімер».

Змащування виконується через встановлену тавотницю із застосуванням шприца-маслянки до моменту появи мастила в зоні ущільнення, що свідчить про повне заповнення робочого об'єму.

Після цього здійснюється монтаж нового пильника, який виконує функції:

- герметизації вузла;
- утримання мастильного матеріалу;
- захисту контактної зони від пилу, вологи та абразивних частинок.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

Якість встановлення пильника безпосередньо впливає на довговічність вузла, оскільки порушення герметичності призводить до прискореного зношування та деградації полімерного шару.

Оснащення майстерні для відновлення шарових опор

Для забезпечення стабільної якості виконання технологічного процесу відновлення шарових опор майстерня повинна бути укомплектована необхідним обладнанням та інструментом.

До основного оснащення належать:

1. Компресор або пневматична лінія з робочим тиском 6–8 атм, що використовується для продування вузлів та роботи пневмоінструменту;
2. Верстак або спеціалізований стенд, призначений для встановлення технологічного обладнання та фіксації вузлів під час обробки;
3. Електрична дріль, яка застосовується для свердління технологічних отворів;
4. Різьбонарізний інструмент (метчики М6, М8) та відповідні свердла, необхідні для формування різьбових з'єднань під встановлення тавотниць;
5. Кутова шліфувальна машина (болгарка) малої потужності із зачистними (пелюстковими) кругами для механічної обробки поверхонь та видалення дефектів;
6. Стандартні набори слюсарного інструменту (ключі, головки, викрутки), що забезпечують виконання монтажно-демонтажних операцій;
7. Шприц-маслянка, призначений для подачі мастильного матеріалу у відновлену шарову опору через тавотницю.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

Таблиця 3.1 – Оснащення майстерні для відновлення шарових опор

№	Найменування обладнання / інструменту	Призначення	Основні технічні характеристики
1	Компресор або пневмолінія	Забезпечення стисненого повітря для продування та роботи пневмоінструменту	Тиск 6–8 атм
2	Верстак або технологічний стенд	Фіксація вузлів та розміщення обладнання під час виконання робіт	Жорстка конструкція, стійкість до навантажень
3	Дриль електрична	Свердління технологічних отворів у корпусі шарової опори	Потужність 500–1000 Вт
4	Метчики (М6, М8) та свердла	Нарізання різьби під встановлення тавотниці	Відповідність стандартам різьб
5	Кутова шліфувальна машина (УШМ)	Видалення облоя, зачистка поверхонь	Діаметр круга 115–125 мм
6	Зачистні пелюсткові круги	Фінішна обробка поверхонь після механічної обробки	Зернистість Р40–Р120
7	Набір слюсарного інструменту (ключі, головки)	Виконання монтажно-демонтажних операцій	Стандартні розміри
8	Шприц-маслянка	Подача мастильного матеріалу у вузол через тавотницю	Робочий тиск до 30 МПа
9	Газовий пальник	Термічна підготовка корпусу перед заливкою полімеру	Температура полум'я до 1000–1300°C

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРАТ 26 23063.000 ПЗ

Арк.

99

3.6 Аналіз запропонованої конструкції

Запропонована технологія відновлення шарової опори методом полімерного лиття (Direct Casting) передбачає формування антифрикційного шару без розбирання вузла, що дозволяє суттєво скоротити трудомісткість процесу та підвищити економічну ефективність ремонту.

Аналіз конструкції та технологічного процесу показує, що якість відновлення визначається послідовністю виконання операцій, дотриманням температурних режимів та забезпеченням правильного формування контактної пари «сфера – полімер».

Технологічна послідовність відновлення

Процес відновлення включає наступні основні етапи:

1. Демонтаж захисного елемента (пильника) та очищення вузла від забруднень і залишків старого мастила з метою забезпечення якісної адгезії полімерного матеріалу;
2. Фіксація шарової опори у слюсарних тисках та контроль технічного стану, зокрема перевірка наявності люфту, що дозволяє оцінити ступінь зношування;
3. Формування технологічного отвору у корпусі з подальшим нарізанням різьби, необхідної для подачі полімерного матеріалу та встановлення допоміжних елементів;
4. Підготовка обладнання, зокрема нагрів екструдера до робочої температури, що забезпечує необхідну текучість полімеру;
5. Установлення шарової опори у фіксаторі та центрування пальця, що є критично важливим для правильного формування геометрії контактної поверхні;
6. Термічна підготовка вузла – одночасний нагрів корпусу шарової опори та екструдера за допомогою газового пальника для забезпечення рівномірного заповнення внутрішнього об'єму;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

7. Подача полімерного матеріалу під тиском із використанням стисненого повітря, при цьому для рівномірного розподілу матеріалу виконуються кругові рухи пальцем шарової опори;

8. Завершення подачі матеріалу та відключення повітря з подальшим природним охолодженням конструкції;

9. Механічна обробка – видалення надлишків полімеру, що утворилися в процесі заливки;

10. Формування отвору у полімерному шарі та встановлення тавотниці для подальшого обслуговування;

11. Фінальне складання вузла, встановлення нового пильника та заповнення внутрішнього об'єму мастильним матеріалом.

Аналіз конструктивно-технологічних особливостей

Запропонована конструкція відновленої шарової опори характеризується формуванням полімерного антифрикційного шару безпосередньо в умовах реального контакту. Це забезпечує:

- самоузгодження геометрії контактної поверхні;
- рівномірний розподіл навантажень у зоні контакту;
- зниження локальних напружень та інтенсивності зношування;
- покращення демпфувальних властивостей вузла.

Використання полімерного матеріалу дозволяє частково компенсувати похибки зношування металевих поверхонь, що є суттєвою перевагою порівняно з традиційними методами ремонту.

Додаткове встановлення тавотниці забезпечує можливість реалізації регульованого мастильного режиму, що дозволяє підтримувати оптимальні умови тертя (граничне або змішане тертя), зменшуючи коефіцієнт тертя та підвищуючи ресурс вузла.

Таким чином, запропонована конструкція та технологія відновлення кульової опори можуть бути розглянуті як ефективне інженерне рішення з позицій трибології та ресурсозбереження. Їх застосування забезпечує

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

формування функціонального антифрикційного шару із наперед заданими фізико-механічними та експлуатаційними характеристиками, що сприяє покращенню умов контактної взаємодії в парі тертя.

У результаті відновлення зменшується інтенсивність зношування, підвищується стабільність роботи вузла, а також забезпечується більш рівномірний розподіл навантажень у зоні контакту. Це, у свою чергу, дозволяє суттєво збільшити ресурс кульової опори порівняно з традиційними способами ремонту.

Отже, впровадження запропонованої технології є доцільним як з технічної, так і з економічної точки зору, оскільки сприяє підвищенню надійності вузлів підвіски та зниженню витрат на їх обслуговування і заміну в процесі експлуатації транспортних засобів.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102



Рисунок 3.10 - Технологічний процес відновлення шарової опори з полімерним антифрикційним шаром

3.7 Розрахунок різьбового з'єднання екструдера

Під час проектування різьбового з'єднання екструдера необхідно забезпечити його достатню міцність, надійність та працездатність в умовах дії експлуатаційних навантажень. Правильно виконаний розрахунок дає

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

зможу оцінити здатність з'єднання сприймати прикладене зусилля без втрати стійкості, самовідгвинчування та руйнування елементів різьбової пари.

Для виконання розрахунку приймається коефіцієнт тертя в різьбі $f=0,15$,

що відповідає умовам взаємодії пари тертя сталь – сталь.

Робоче осьове зусилля, яке сприймає гвинт, становить

$R=20$ кГ

Наведені вихідні дані є основою для подальшого визначення параметрів різьбового з'єднання, зокрема моменту загвинчування, перевірки на міцність та оцінки умов самогальмування.

3.8 Визначення внутрішнього діаметра гвинта

Для забезпечення надійної роботи різьбового з'єднання виконується перевірка гвинта на міцність при стиску. Матеріалом гвинта обрано сталь 20Х, яка характеризується достатніми механічними властивостями для сприйняття робочих навантажень.

Допустиме напруження на стиск приймається рівним:

$$[\sigma]_{\text{сж}}=700 \text{ кГ/см}^2$$

Внутрішній (мінімальний) діаметр гвинта визначається з умови міцності за залежністю:

$$d_1 = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4R}{\pi [\sigma]_{\text{сж}}}}$$

де:

R — осьове навантаження на гвинт, кГ;

$[\sigma]_{\text{сж}}$ — допустиме напруження на стиск, кГ/см²;

коефіцієнт 1,3 враховує нерівномірність розподілу навантаження.

Підставляючи числові значення, отримуємо:

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

$$d_1 = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot 20}{3,14 \cdot 700}}$$

$$d_1 \approx 2,17 \text{ см}$$

Висновок: мінімально допустимий внутрішній діаметр гвинта становить 2,17 см, що забезпечує необхідну міцність різьбового з'єднання при заданому навантаженні.

3.9 Визначення моменту тертя в різьбі та на торці гвинта

Момент, необхідний для загвинчування гвинта, формується під дією двох основних складових: моменту тертя в різьбовій парі та моменту тертя на опорній торцевій поверхні гвинта. Урахування обох складових дає змогу більш точно оцінити зусилля, необхідне для приведення різьбового з'єднання в робочий стан.

Загальний момент загвинчування визначається за залежністю:

$$M_{\text{зав}} = P \left(\frac{d_2}{2} \tan(\beta + \varphi) + \frac{f d_{\text{п}}}{3} \right),$$

де:

(P) — навантаження на гвинт, кГ;

d_2 — середній діаметр різьби, см;

$d_{\text{п}}$ — зовнішній діаметр п'яти гвинта, см;

β — кут підйому різьби;

φ — кут тертя.

Для визначення складових моменту загвинчування необхідно попередньо встановити геометричні та трибологічні параметри різьбового з'єднання.

Кут підйому різьби визначається за співвідношенням:

$$\tan \beta = \frac{S}{\pi d_2}$$

					КВАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

де:

S — хід різьби;

d_2 — середній діаметр різьби.

Кут тертя у різьбі визначається як:

$$\varphi = \arctan f$$

де:

f — коефіцієнт тертя.

Після визначення параметрів β та φ і підстановки їх у формулу (4.2) отримуємо значення моменту загвинчування:

$$M_{зав} \approx 520 \text{ кГ}\cdot\text{см}$$

Висновок: необхідний момент загвинчування становить 520 кГ·см, що забезпечує надійне функціонування різьбового з'єднання з урахуванням сил тертя в різьбі та на опорній поверхні.

Отримані результати свідчать про те, що розраховане різьбове з'єднання екструдера за прийнятих конструктивних і експлуатаційних параметрів забезпечує сприйняття заданого робочого навантаження та здатне створювати необхідне зусилля для подачі полімерного матеріалу в робочій зоні.

Визначений внутрішній діаметр гвинта характеризує його несучу здатність і підтверджує достатній запас міцності при дії стискуючих напружень. У свою чергу, розрахований момент загвинчування відображає енергетичні витрати на подолання сил тертя в різьбовій парі та на опорній поверхні, що дозволяє оцінити необхідні параметри приводу механізму.

Таким чином, виконаний розрахунок підтверджує працездатність і доцільність використання різьбового механізму екструдера в межах обраної конструктивної схеми. Водночас надійна експлуатація вузла можлива за умови дотримання вимог до точності виготовлення різьби, забезпечення

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

належної якості контактних поверхонь, а також використання ефективного змащування для зниження зношування і втрат на тертя.

Отже, результати розрахунку можуть бути використані як обґрунтування при подальшому проектуванні та оптимізації конструкції екструдера.

4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ

Таблиця 4.1 – Види виконуваних робіт на спеціалізованій СТО

№	Найменування робіт	Кількість авто за рік	Річний обсяг робіт, люд.-год	Разова трудомісткість, люд.-год
1	Приймання та видача	600	150	0,25
2	Дефектування ходової частини	600	300	0,5
3	Заміна гальмівних колодок (передніх)	500	300	0,6
4	Заміна гальмівних колодок (задніх)	400	400	1
5	Прокачування гальмівної системи	800	400	0,5
6	Заміна хрестовини	300	300	1
7	Заміна голчастого підшипника	300	300	1
8	Ремонт шарової опори	400	280	0,7
9	Розвал-сходження	800	640	0,8
10	Заміна ШРУСа	300	400	1,1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАТ 26 23063.000 ПЗ

Арк.

107

№	Найменування робіт	Кількість авто за рік	Річний обсяг робіт, люд.-год	Разова трудомісткість, люд.-год
11	Заміна сайлентблоків	400	200	0,5

Розрахунок річного обсягу робіт

Сумарна трудомісткість робіт на СТО визначається як сума трудових витрат за всіма видами виконуваних операцій:

$$T_r = 150 + 300 + 300 + 400 + 400 + 300 + 300 + 280 + 640 + 400 + 200$$

$$T_r = 3670 \text{ люд.-год}$$

Висновок: загальний річний обсяг робіт становить 3670 люд.-год, що є основою для подальшого визначення виробничих потужностей підприємства.

Розрахунок кількості постів

Кількість виробничих постів визначається виходячи з річної трудомісткості робіт та ефективного фонду часу роботи одного поста:

$$N_{\text{п}} = \frac{T_r}{F_{\text{п}}}$$

де:

$N_{\text{п}}$ — кількість постів;

T_r — річна трудомісткість, люд.-год;

$F_{\text{п}}$ — річний фонд часу роботи одного поста, люд.-год.

Якщо прийняти:

$$F_{\text{п}} = 2000 \div 2100 \text{ год}$$

то отримаємо:

$$N_{\text{п}} = 3670 / 2040 \approx 1,8$$

Приймаємо:

					КВАРТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

Нп=2 пости

Висновок: для забезпечення виконання річного обсягу робіт необхідно організувати 2 виробничі пости, що забезпечує раціональне завантаження обладнання та персоналу.

Таблиця 4.2 – Участок ремонту ходової частини

№	Кількість	Найменування обладнання	Площа, м ²
1	1	Підіймач двостійковий	9
2	1	Прес гідравлічний	1
3	2	Верстак з тумбою	1,4
4	2	Стелаж з інструментом	0,6
5	1	Ящик для відходів	0,2
6	1	Шафа для матеріалів	0,7

Загальна площа обладнання

Загальна площа, зайнята технологічним обладнанням, визначається на основі сумування площ окремих одиниць устаткування, що розміщуються у межах проєктованої зони або ділянки.

У результаті розрахунку прийнято:

$$F=14,9 \text{ м}^2$$

Висновок: загальна площа, що безпосередньо зайнята обладнанням, становить 14,9 м². Це значення використовується для подальшого визначення розрахункової площі виробничої ділянки з урахуванням проходів, зон обслуговування та коефіцієнта щільності розміщення.

Розрахунок площі ділянки

Площа виробничої ділянки визначається з урахуванням площі, зайнятої обладнанням, а також коефіцієнта щільності його розміщення, який

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

враховує необхідні проходи, зони обслуговування та безпечні відстані між елементами.

Розрахунок виконується за залежністю:

$$F_{уч} = F \cdot K_{п}$$

де:

F — площа, зайнята обладнанням, м²;

K_п — коефіцієнт щільності розміщення (для ремонтних ділянок приймається 3).

Підставляючи значення, отримуємо:

$$F_{уч} = 14,9 \cdot 3 = 44,7 \text{ м}^2$$

Висновок: розрахункова площа виробничої ділянки становить 44,7 м², що забезпечує раціональне розміщення обладнання та створює необхідні умови для безпечної і ефективної роботи персоналу.

У даному розділі наведено результати розроблення технологічного процесу та організації виробничої діяльності спеціалізованої станції технічного обслуговування (СТО), яка виконує ремонт і технічне обслуговування елементів ходової частини автомобілів.

На основі аналізу структури виконуваних робіт сформовано перелік основних технологічних операцій, що реалізуються на ділянці. До них віднесено приймання та видачу транспортних засобів, діагностування (дефектування) елементів ходової частини, заміну складових гальмівної системи, ремонт шарових опор, заміну підшипників і вузлів трансмісії, а також виконання регулювальних операцій, зокрема встановлення кутів розвалу та сходження коліс.

Результати розрахунків узагальнено в таблиці 3.1, де наведено річну кількість обслуговуваних автомобілів, обсяг виконуваних робіт та разову трудомісткість окремих операцій. Аналіз отриманих даних свідчить, що найбільшу частку у загальній трудомісткості займають операції, пов'язані з обслуговуванням гальмівної системи та регулюванням кутів встановлення

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

коліс, що пояснюється їх високою періодичністю у процесі експлуатації транспортних засобів.

Сумарна трудомісткість робіт на дільниці становить 3670 люд.-год, що є основою для визначення необхідної кількості виробничих постів. З урахуванням коефіцієнта нерівномірності завантаження та ефективного фонду часу встановлено доцільність організації двох робочих постів, що забезпечує безперервність виробничого процесу та раціональне використання трудових ресурсів.

Подальшим етапом проектування є визначення складу технологічного обладнання та організація робочого простору дільниці. У таблиці 3.2 наведено перелік основного обладнання, необхідного для виконання ремонтних операцій ходової частини. До складу оснащення входять підйомні пристрої, гідравлічний прес, верстаки, інструментальні стелажі, а також допоміжні засоби для зберігання матеріалів і відходів виробництва.

Розрахунок площі дільниці показав, що сумарна площа, безпосередньо зайнята обладнанням, становить 14,9 м². З урахуванням коефіцієнта щільності розміщення, який враховує необхідні проходи, робочі зони та зони обслуговування, загальна площа виробничої дільниці становить 44,7 м².

Отже, результати виконаних розрахунків підтверджують раціональність запропонованої організації виробничого процесу на спеціалізованій СТО. Обґрунтований склад робіт, оптимальна кількість постів і раціонально підібране обладнання сприяють ефективному використанню ресурсів, підвищенню продуктивності праці та забезпеченню належної якості виконання ремонтних операцій.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДІЛЬНИЦІ

Впровадження спеціалізованої дільниці з ремонту елементів ходової частини, зокрема відновлення шарових опор методом полімерного лиття, потребує економічної оцінки доцільності з урахуванням витрат на організацію виробництва та очікуваного доходу від виконання робіт.

1 Річний обсяг робіт

Згідно з попередніми розрахунками, сумарна трудомісткість робіт становить:

$$Tr=3670 \text{ люд.-год}$$

Середня вартість однієї нормо-години на СТО приймається:

$$Cn=300 \text{ грн/год}$$

2 Річний дохід від виконання робіт

Річний дохід визначається як добуток трудомісткості на вартість нормо-години:

$$D=Tr \cdot Cn$$

Підставляючи значення, отримуємо:

$$D=3670 \cdot 300=1\,101\,000 \text{ грн}$$

Висновок

Отриманий річний дохід у розмірі 1 101 000 грн свідчить про значний економічний потенціал впровадження дільниці. Подальша оцінка ефективності повинна враховувати експлуатаційні витрати, собівартість виконання робіт та термін окупності інвестицій.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

3 Річні витрати

Для оцінки економічної ефективності функціонування ділянки визначаються сумарні річні витрати, що включають оплату праці персоналу, витрати на енергоресурси, матеріали та амортизаційні відрахування.

Витрати на оплату праці персоналу (2 працівники) визначаються за залежністю:

$$Z=2\cdot 20000\cdot 12=480000 \text{ грн}$$

де:

20000 грн — середньомісячна заробітна плата одного працівника;

12 — кількість місяців у році.

Інші експлуатаційні витрати (електроенергія, витратні матеріали, амортизація обладнання) приймаються орієнтовно:

$$E\approx 200000 \text{ грн}$$

Загальні річні витрати визначаються як сума всіх складових:

$$V=Z+E$$

$$V=480000+200000=680000 \text{ грн}$$

Висновок: сумарні річні витрати на функціонування ділянки становлять 680 000 грн, що включає основні статті витрат і може бути використано для подальшого визначення прибутку та економічної ефективності.

4 Річний прибуток

Річний прибуток визначається як різниця між отриманим доходом від виконання робіт та сумарними витратами на функціонування ділянки:

$$P=D-V$$

де:

D — річний дохід, грн;

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

V — річні витрати, грн.

Підставляючи отримані значення, маємо:

$$P=1\ 101\ 000-680\ 000=421\ 000\ \text{грн}$$

Висновок: річний прибуток від функціонування ділянки становить 421 000 грн, що підтверджує економічну доцільність впровадження даного виду діяльності та свідчить про достатній рівень ефективності використання ресурсів.

5 Термін окупності інвестицій

Оцінка ефективності впровадження ділянки завершується визначенням терміну окупності капітальних вкладень, який характеризує період часу, необхідний для повного відшкодування витрат на придбання обладнання.

Вартість технологічного обладнання приймається орієнтовно:

$$K=300000\ \text{грн}$$

Термін окупності визначається за залежністю:

$$\text{Ток}=KP$$

де:

K — капітальні вкладення, грн;

P — річний прибуток, грн.

Підставляючи числові значення, отримуємо:

$$\text{Ток}=300000/421000\approx 0,71\ \text{року}$$

Висновок: термін окупності становить 0,71 року (менше 1 року), що свідчить про високу економічну ефективність впровадження ділянки та доцільність інвестицій у даний проєкт.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

ВИСНОВОК

Отримані результати економічних розрахунків свідчать про доцільність впровадження спеціалізованої дільниці з ремонту та відновлення шарових опор. Встановлено, що річний прибуток від функціонування дільниці становить близько 421 тис. грн, що забезпечує стабільний фінансовий результат за умови раціональної організації виробничого процесу.

Розрахований термін окупності капітальних вкладень становить менше одного року ($\approx 0,71$ року), що є показником високої інвестиційної привабливості проєкту та швидкого повернення вкладених коштів.

Таким чином, запропонований технологічний процес відновлення шарових опор не лише забезпечує необхідні технічні та експлуатаційні характеристики вузлів, але й є економічно ефективним. Його впровадження сприяє підвищенню рентабельності діяльності СТО, зниженню витрат на ремонт та заміну деталей, а також більш раціональному використанню матеріальних і трудових ресурсів.

Отже, реалізація даного проєкту є обґрунтованою як з технічної, так і з економічної точки зору та може бути рекомендована до впровадження на спеціалізованих станціях технічного обслуговування.

					КвРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bosch Automotive Handbook / R. Bosch GmbH. – 10th ed. – Stuttgart: Wiley, 2018. – 1500 p.
2. Heisler H. Advanced Vehicle Technology. – 3rd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2021. – 784 p.
3. Gillespie T.D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. – Warrendale: SAE International, 1992. – 495 p.
4. Wong J.Y. Theory of Ground Vehicles. – 4th ed. – Hoboken: Wiley, 2008. – 528 p.
5. Stachowiak G.W., Batchelor A.W. Engineering Tribology. – 5th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2021. – 884 p.
6. Bhushan B. Introduction to Tribology. – 2nd ed. – Hoboken: Wiley, 2013. – 744 p.
7. Kalpakjian S., Schmid S. Manufacturing Engineering and Technology. – 7th ed. – Pearson, 2014. – 1200 p.
8. Groover M.P. Fundamentals of Modern Manufacturing. – 7th ed. – Wiley, 2020. – 1020 p.
9. SAE International. Automotive Engineering Fundamentals. – SAE, 2020.
10. SAE J1930. Electrical/Electronic Systems Diagnostic Terms. – SAE International, 2021.
11. ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements. – ISO, 2015.
12. ISO 14229 Road Vehicles – Unified Diagnostic Services (UDS). – ISO, 2020.
13. ДСТУ ISO 14229:2020 Дорожні транспортні засоби. Діагностування. – Київ, 2020.
14. ДСТУ 3649:2010 Автотранспортні засоби. Вимоги безпеки. – Київ, 2010.

					КВРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

15. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. – 2nd ed. – McGraw-Hill, 2018. – 1080 p.
16. Cengel Y.A., Boles M.A. Thermodynamics: An Engineering Approach. – 9th ed. – McGraw-Hill, 2019. – 960 p.
17. Hibbeler R.C. Mechanics of Materials. – 10th ed. – Pearson, 2018. – 900 p.
18. Budynas R.G., Nisbett J.K. Shigley's Mechanical Engineering Design. – 11th ed. – McGraw-Hill, 2020. – 1100 p.
19. ASM Handbook, Volume 18: Friction, Lubrication, and Wear Technology. – ASM International, 2017.
20. Totten G.E. Handbook of Lubrication and Tribology. – CRC Press, 2017.

					КВРАТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117

ДОДАТКИ

					КВАРТ 26 23063.000 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		