

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАМІНИ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ
МІКРОАВТОБУСА MERCEDES – BENZ SPRINTER В УМОВАХ
ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЕНЕРГОСПЕЦСЕРВІС»
МІСТО КАЛІНІВКА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент 2 курсу, групи ІАТ-23мсз
спеціальності

274 – Автомобільний транспорт

Мусієнко Д.А. _____

Керівник: к.т.н., доцент, каф. АТМ

Митко М.В. _____

« 26 » 06 2025 р.

Рецензент: доцент каф. ТАМ

Лозінський Д.О. _____

« 26 » 08 2025 р.

Робота допускається до захисту

завідувача кафедри АТМ

к.т.н, доцент Цимбал С.В. _____

« 27 » 06 2025 р.

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 27 Транспорт
Спеціальність 274 – «Автомобільний транспорт»
Освітньо-професійна програма – «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.
« 14 » 04 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мусієнку Дмитру Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області.

керівник роботи Митко Микола Васильович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03.2025 року № 97.

2. Строк подання студентом роботи 23.06.2025

3. Вихідні дані до роботи: Кількість автомобілів на підприємстві – 10 од., кількість робочих днів на рік – 303, категорія умов експлуатації – III, тип дорожнього покриття – бітумомінеральні суміші (D₂), тип рельєфу місцевості – слабкогорбистий (P₂), кліматичний район – помірно-теплий, середній пробіг з початку експлуатації – (0,5...0,75) L_{кр}, середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу – 225 км, тривалість змін – 7 годин, кількість робочих змін - 1.0.

4. Зміст текстової частини роботи

4.1 Аналіз конструктивних і функціональних особливостей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter.

4.2 Визначення виробничої програми з ТО та ремонту рухомого складу.

4.3 Розробка технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

4.4 Охорона праці

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з зазначенням назви слайдів)

5.1 Тема, мета та задачі роботи.

5.2 Загальна будова, призначення та робота карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter ..

5.3 Характеристика карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter ..

- 5.4 Причинно-наслідкові зв'язки несправностей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter
- 5.5 Схема планувального рішення зони ПР
- 5.7 Структурна схема технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter
- 5.8 Маршрутна технологічна карта
- 5.9-5.10 Операційна технологічна карта

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис/дата	
		завдання видав	виконання прийняв
1-3	Митко М.В., к.т.н., доцент каф. АТМ		
4	Віштак І.В., к.т.н., доц. каф. БЖДПБ		

8. Дата видачі завдання 14.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз конструктивних і функціональних особливостей заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter	28.04-02.05.2025	викон
2	Визначення виробничої програми з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу. Рубіжний контроль виконання БКР №1	05.05-20.05.2025	викон
3	Розробка технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах ПП «Енергоспецсервіс». Рубіжний контроль виконання БКР №2	21.05-13.06.2025	викон
4	Виконання розділу «Охорона праці».	09.06-13.06.2025	викон
5	Рубіжний контроль №2	16.06-18.06.2025	викон
6	Перевірка роботи на плагіат	19.06-23.06.2025	викон
7	Оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів	24.06-25.06.2025	викон
8	Попередній захист БКР	26.06-27.06.2025	
9	Допуск завідувача кафедри до захисту БКР	26.08-27.08.2025	
10	Рецензування БКР	28.08-29.08.2025	
	Захист БКР		

Студент

(підпис)

Мусієнко Д.А.

Керівник роботи

(підпис)

Митко М.В.

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 69 сторінок формату А4, на яких є 6-х рисунків, 25 таблиць, список використаних джерел містить 26 найменувань.

Метою роботи є розробка організаційно-технологічних заходів щодо виконання заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області.

Перший розділ присвячено вивченню особливостей будови та несправностей елементів заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter. В другому розділі роботи виконано розрахунок виробничої програми ремонтно-обслуговуючого виробництва підприємства. Виконано обґрунтування вихідних даних для розрахунків; розраховано річну та добову програми по ТО та ремонту, визначено обсяги робіт по ТО, ремонту та самообслуговуванню підприємства; визначено чисельність виробничого та допоміжного персоналу, встановлено обсяги робіт постових робіт ПР. В третьому розділі виконано організаційно-технологічні розробки заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter, а саме розроблено планувальне рішення зони, маршрутний та операційний технологічний процес операцій по заміні карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter, а також роботи, що виконуються на ній; підбір раціональної структури та кількості технологічного обладнання; розробка технологічного процесу операцій заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter. Четвертий розділ бакалаврської кваліфікаційної роботи присвячено питанням охорони праці в агрегатній дільниці, які вказують на доцільність даної роботи.

Ключові слова: автомобіль, заміна, карданна передача, ремонт, технологія.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work consists of 69 pages of A4 format, on which there are 6 figures, 25 tables, the list of used sources contains 26 names.

The purpose of the work is to develop organizational and technological measures for the replacement of the cardan transmission of the Mercedes-Benz Sprinter minibus in the conditions of the private enterprise "Energospetsservis" Kalynivka city, Vinnytsia region.

The first section is devoted to the study of the structural features and malfunctions of the elements of the replacement of the cardan transmission of the Mercedes-Benz Sprinter minibus. In the second section of the work, the calculation of the production program of the repair and maintenance production of the enterprise was performed. The justification of the initial data for the calculations was performed; the annual and daily program for maintenance and repair was calculated, the volume of work on maintenance, repair and self-service of the enterprise was determined; the number of production and support personnel was determined, the volume of work for shift work of the PR was established. In the third section, organizational and technological developments for replacing the cardan transmission of the Mercedes-Benz Sprinter minibus were carried out, namely, a planning solution for the zone, a route and operational technological process for operations to replace the cardan transmission of the Mercedes-Benz Sprinter minibus, as well as the work performed on it, were developed; selection of a rational structure and quantity of technological equipment; development of a technological process for operations to replace the cardan transmission of the Mercedes-Benz Sprinter minibus. The fourth section of the bachelor's qualification work is devoted to issues of labor protection in the aggregate section, which indicate the feasibility of this work.

Keywords: car, replacement, cardan drive, repair, technology.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЕНЕРГОСПЕЦСЕРВІС» МІСТО КАЛИНІВКА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	5
1.1 Загальна характеристика приватного підприємства «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області	5
1.2 Призначення, будова та робота трансмісії з карданною передачею автомобіля	8
1.3 Загальна характеристика функціональних та експлуатаційних особливостей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter ...	14
1.4 Аналіз основних відмов та несправностей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter і способів їх усунення	16
1.5 Висновки та постановка завдань бакалаврської кваліфікаційної роботи	18
2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ АТП З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ	20
2.1 Програмне забезпечення для розрахунку на ЕОМ	20
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ	22
2.3 Розрахунок чисельності робітників	28
2.4 Розрахунок кількості постів ТО і ПР	30
2.5 Розрахункові показники робіт ТО і ПР	31
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАМІНИ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ МІКРОАВТОБУСА MERCEDES – BENZ SPRINTER	33
3.1 Обґрунтування вибору виробничого підрозділу	33
3.2 Організація робочих місць у виробничих підрозділах зони ПР ДТЗ ...	36
3.3 Технологічне планування зони ПР	39
3.4 Розробка технологічного процесу	43
3.5 Розробка і удосконалення операційної технології	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	56

	3
4.1 Аналіз умов праці	56
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	56
4.3 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	60
4.4 Технічні рішення з пожежної безпеки	62
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	68
Додаток А. Ілюстративна частина	69
Додаток Б. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	81

ВСТУП

У сучасних умовах експлуатації автотранспортних засобів особливе значення набуває якісне та своєчасне технічне обслуговування і ремонт, що безпосередньо впливає на надійність та безпеку руху. Однією з важливих складових трансмісії автомобіля є карданна передача, яка забезпечує передачу крутного моменту від коробки передач до провідного моста, компенсуючи зміну положення агрегатів при русі.

Мікроавтобуси Mercedes-Benz Sprinter є одними з найпоширеніших комерційних транспортних засобів в Україні, зокрема в регіоні Вінниччини. Їхня інтенсивна експлуатація вимагає чіткого дотримання регламенту обслуговування та своєчасної заміни зношених вузлів, особливо елементів трансмісії. В умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» міста Калинівка виконання таких робіт потребує розробки технологічно обґрунтованих та економічно ефективних рішень.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка раціонального технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter із врахуванням особливостей конструкції, інструментального забезпечення та умов конкретного сервісного підприємства.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності ремонтних робіт, зменшення часу простою автотранспорту та покращення якості технічного обслуговування на рівні малого бізнесу у сфері автосервісу.

Результати роботи можуть бути використані як методичні рекомендації для спеціалістів СТО та персоналу підприємств, що здійснюють технічне обслуговування мікроавтобусів подібного типу, а також слугувати основою для подальшого вдосконалення технологічних процесів ремонту трансмісій сучасних транспортних засобів.

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЕНЕРГОСПЕЦСЕРВІС» МІСТО КАЛІНІВКА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальна характеристика приватного підприємства «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області

Приватне підприємство «Енергоспецсервіс» (скорочено – ПП «ЕНЕРГОСПЕЦСЕРВІС») зареєстроване як юридична особа 29 грудня 2004 року та успішно функціонує на ринку понад 20 років. Організаційно-правова форма – приватне підприємство, що забезпечує повну господарську самостійність і оперативність у прийнятті управлінських рішень.

Підприємство зареєстроване у Єдиному державному реєстрі юридичних осіб за кодом ЄДРПОУ 33221141. Розмір статутного капіталу становить 220 200,00 грн. Юридична адреса підприємства: 22401, Вінницька область, м. Калинівка, вул. Коцюбинського, 73-Б (рисунок 1.1). Контактний телефон: +38 (04333) 2-22-30.

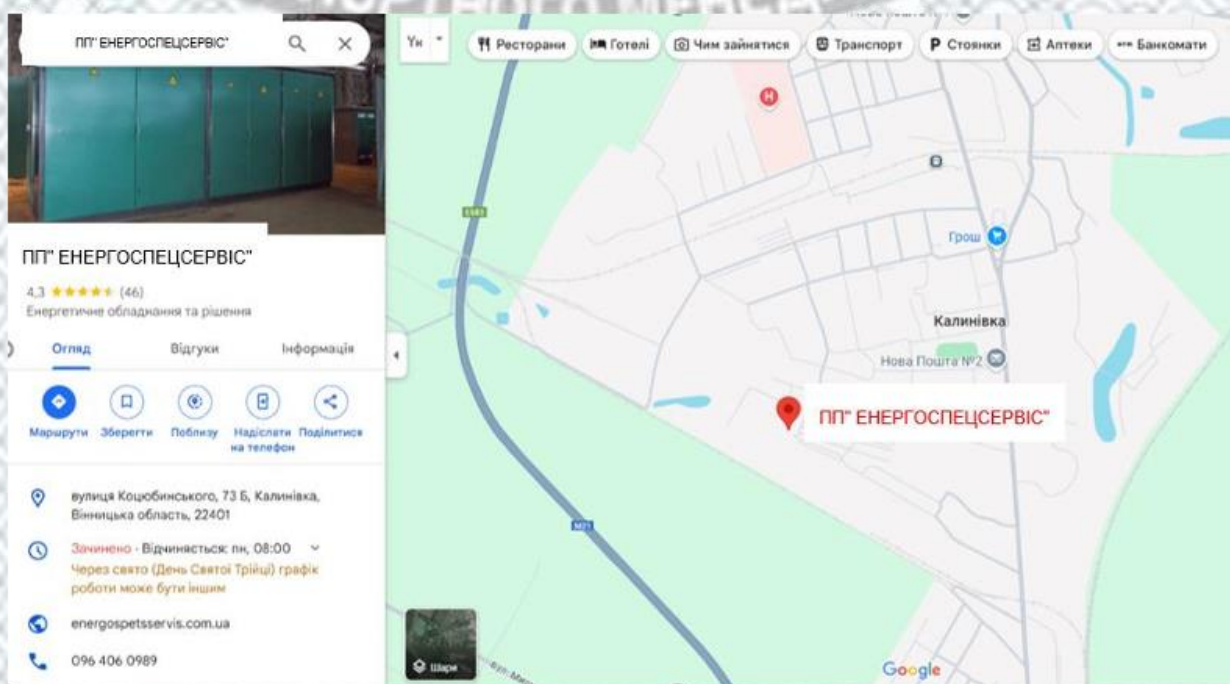


Рисунок 1.1 – Місце знаходження ПП «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області

Керівником, засновником та кінцевим бенефіціаром ПП «ЕНЕРГОСПЕЦСЕРВІС» є Дацик Олег Михайлович, який здійснює оперативне керівництво діяльністю підприємства та несе повну відповідальність за його функціонування. Його частка в статутному капіталі становить 100%.

Основні види діяльності підприємства, згідно за класифікацією КВЕД, основною діяльністю є:

- 27.11 – Виробництво електродвигунів, генераторів і трансформаторів.

Крім основного напрямку, підприємство здійснює низку суміжних робіт, що свідчать про його багатoproфільність:

- 25.11 – Виробництво будівельних металевих конструкцій;
- 29.20 – Виробництво кузовів для автотранспортних засобів;
- 33.14 – Ремонт і технічне обслуговування електроустаткування;
- 43.99 – Інші спеціалізовані будівельні роботи;
- 46.69 – Оптова торгівля машинами та устаткуванням;
- 49.41 – Вантажний автомобільний транспорт;
- 71.20 – Технічні випробування та дослідження.

Такий спектр послуг свідчить про наявність розвиненої виробничої бази, здатної забезпечити виконання широкого кола завдань – від технічної діагностики та ремонту до монтажних і випробувальних робіт.

ПП «Енергоспецсервіс» спеціалізується на технічному обслуговуванні і ремонті автотранспортних засобів, зокрема мікроавтобусів, вантажних автомобілів та спеціальної техніки. Послуги надаються як фізичним особам, так і підприємствам різних форм власності – комунальним, фермерським, комерційним структурам.

1.1.1 Автосервісна діяльність та транспортне забезпечення приватного підприємства «Енергоспецсервіс»

Основні напрямки автосервісної діяльності:

- технічна діагностика і обслуговування автомобілів;
- поточний та капітальний ремонт вузлів і агрегатів;

- заміна елементів трансмісії (зокрема карданних передач, редукторів, КПП);
- слюсарні, електротехнічні та зварювальні роботи;
- підбір і продаж запасних частин та витратних матеріалів.

Матеріально-технічна база підприємства включає:

- виробничі бокси (зони ТО, діагностики, шиномонтажу);
- ремонтні ділянки (моторна, трансмісійна, ходова);
- складські приміщення;
- адміністративно-побутові приміщення;
- офіс.

Наявне технологічне обладнання дозволяє виконувати повний цикл ремонтних робіт з високим рівнем якості та у стислі терміни. На підприємстві працює команда кваліфікованих фахівців з великим досвідом у сфері автомобільного сервісу. Особлива увага приділяється ремонту елементів трансмісії, зокрема карданної передачі – одного з найвідповідальніших вузлів у конструкції мікроавтобусів.

ПП «Енергоспецсервіс» постійно впроваджує сучасні підходи до організації виробничого процесу – застосовуються комп'ютеризовані системи обліку, ведеться контроль якості ремонтних робіт, використовуються сучасні інструменти і обладнання.

Для транспортного забезпечення підприємство володіє власним автопарком, який використовується як для забезпечення господарської діяльності, так і для логістичного супроводу виробничих процесів. До складу автопарку входять вантажні автомобілі, що виконують перевезення продукції, комплектуючих і обладнання.

Склад автопарку підприємства наведено в таблиці 1.1.

Наявність технічно справного автопарку дозволяє підприємству своєчасно виконувати перевезення, забезпечувати оперативність логістичних рішень і гнучкість у взаємодії з партнерами. Виробничий майданчик підприємства включає автогараж, де організовано зону технічного обслуговування та ремонту власних транспортних засобів.

Таблиця 1.1 – Склад транспортного автопарку ПП «Енергоспецсервіс»

№ з/п	Найменування транспортного засобу	Модель / марка	Рік випуску	Кількість, шт.	Середній пробіг, тис. км
1	Вантажівка-самоскид	DAF CF 86.410	2011	2	190
2	Вантажний сідловий тягач	MAN TGX 18.500	2017	2	290
3	Вантажний сідловий тягач	Renault Magnum 430	2006	2	275
4	Вантажівка-фургон	Renault Midlum 180	2002	1	195
5	Легкий вантажний автомобіль	Mercedes-Benz Sprinter	2009	3	180
	Всього			10	225

У структурі підприємства функціонують кілька постів технічного обслуговування і ремонту, обладнаних для виконання регламентних і відновлювальних робіт (у т.ч. ремонт КПП, зчеплення, мостів). Виробнича база відповідає критеріям малих підприємств згідно з Положенням №98.

Висновок: Приватне підприємство «Енергоспецсервіс» – це технічно оснащене, багатопрофільне підприємство, що відіграє значну роль у системі технічного обслуговування транспортних засобів регіону. Його матеріально-технічна база, кадровий потенціал та досвід дозволяють виконувати широкий спектр ремонтних і сервісних робіт, особливо у сфері ремонту трансмісійних агрегатів для різних вантажних транспортних засобів, що є актуальними для місцевих перевізників і підприємств.

1.2 Призначення, будова та робота трансмісії з карданною передачею автомобіля

Трансмісія автомобіля – це сукупність агрегатів і механізмів, які забезпечують передачу крутного моменту від двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) до ведучих коліс. Вона також дозволяє змінювати величину і напрямок обертального моменту відповідно до умов руху.

Трансмісія з карданною передачею – це система агрегатів і механізмів, призначена для передавання крутного моменту від двигуна внутрішнього

згоряння до ведучих коліс, зазвичай задніх, через проміжні елементи, серед яких ключову роль відіграє карданний вал. Така трансмісія забезпечує зміну величини, напрямку і розподілу крутного моменту відповідно до умов руху автомобіля.

Карданна передача є характерною ознакою трансмісій автомобілів з заднім приводом або повним приводом (4×2, 4×4, 6×6 тощо), коли коробка передач і головна передача розміщені на значній відстані одна від одної. Основною її функцією є передача обертального моменту між двома валами, що розміщені під змінним кутом, із компенсацією коливань та переміщень елементів трансмісії під час руху автомобіля.

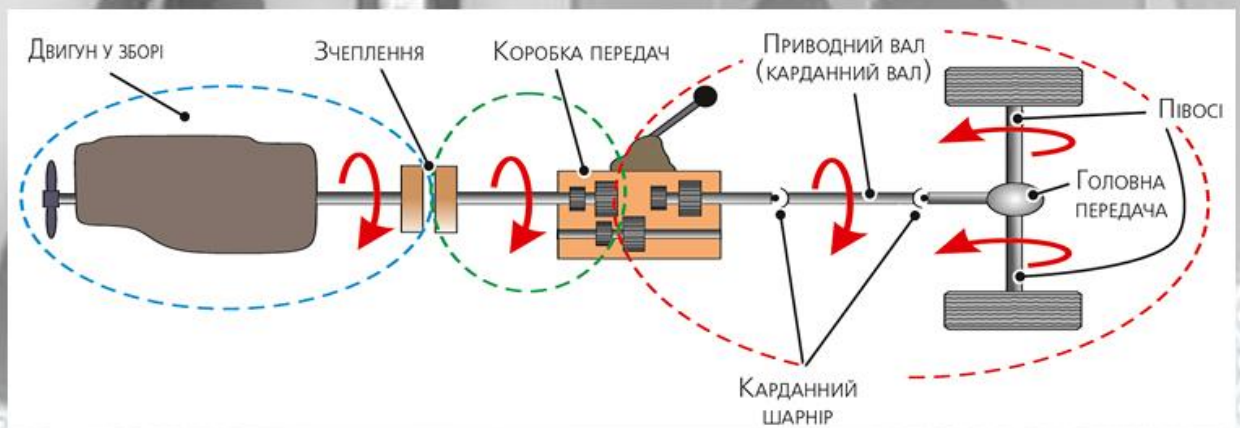


Рисунок 1.2 – Схема трансмісії автомобіля 4×2 (класичного типу)

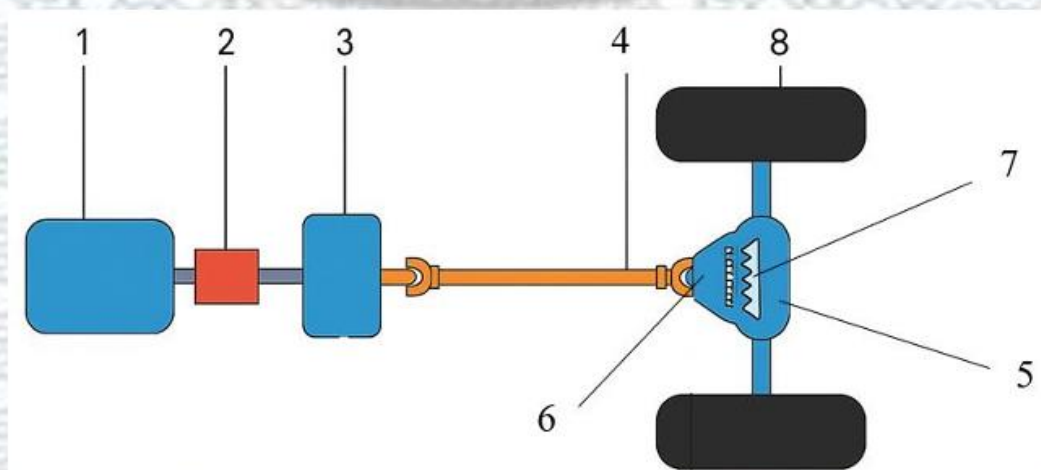


Рисунок 1.3 – Загальна схема трансмісії з карданною передачею, яка включає наступні елементи:

- 1 – двигун; 2 – зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – карданна передача (карданний вал з шарнірами рівних кутових швидкостей); 5 – ведучий міст; 6 – головна передача; 7 – диференціал; 8 – півосі.

Карданна передача (4) – проміжний механізм, що складається з одного або кількох карданних валів, обладнаних шарнірами. Шарніри дають змогу передавати момент при змінному положенні мостів щодо кузова (наприклад, через роботу підвіски), зберігаючи рівномірність обертання.

Карданні вали виготовляють з високоміцної сталі, і вони повинні мати добру динамічну балансування для запобігання вібраціям. Часто використовуються двохопорні вали зі з'єднувальною проміжною опорою.

Головна передача (6) приймає момент від кардана і, змінюючи напрямок обертання (з поздовжнього на поперечний), передає його диференціалу (7), який розподіляє оберти між півосями (8) залежно від умов руху (наприклад, поворотів).

Переваги трансмісії з карданною передачею:

- Надійність і довговічність при високих навантаженнях;
- Можливість передачі моменту на віддалені мости;
- Проста конструкція обслуговування;
- Гнучкість у компонованні вузлів трансмісії.

Недоліки:

- Збільшення маси і габаритів трансмісії;
- Потреба у точному балансуванні карданів;
- Втрати енергії в шарнірах (особливо за великих кутів роботи).

Карданні передачі застосовуються в більшості вантажних автомобілів, автобусів, позашляховиків, а також у легкових авто з класичною схемою приводу. Вони дають змогу оптимально поєднати жорстко закріплений на рамі двигун з рухомими елементами заднього моста.

1.2.1 Сучасні механізми трансмісії із карданною передачею, яка включає будову головної передачі та інновації

Головна передача є одним із ключових елементів трансмісії автомобіля із карданною передачею. Вона забезпечує зміну напрямку обертання крутного моменту (переважно під прямим кутом) і його передавання від карданного вала до диференціала і півосей. Це особливо актуально для класичних

задньопривідних автомобілів та вантажних транспортних засобів, де двигун розміщено поздовжньо.

Будова головної передачі

Типова головна передача складається з наступних основних елементів:

- Ведуча шестерня (конічна або гіпоїдна), яка з'єднана з карданним валом.
- Ведена шестерня (коронна), змонтована жорстко на корпусі диференціала.
- Картер головної передачі, у якому змонтовано шестерні та підшипники.
- Диференціал – забезпечує розподіл моменту між колесами з можливістю різної швидкості обертання.
- Півосі – передають обертальний момент безпосередньо на ведучі колеса.

Сучасні конструкції можуть використовувати гіпоїдну головну передачу – варіант конічної передачі зі зміщенням осей, що забезпечує плавніше зчеплення зубців, зниження шуму та підвищення ресурсу елементів.

Інновації та сучасні рішення

Сучасні головні передачі в конструкціях з карданним приводом удосконалюються за такими напрямками:

1. Оптимізація геометрії зубчастого зачеплення:
 - Використання гіпоїдних передач зі змінним профілем зуба дозволяє зменшити шум і вібрації.
 - Застосування високоточних технологій обробки (наприклад, шліфування за технологією Klingelnberg або Gleason).
2. Підвищення надійності та ресурсу:
 - Використання термічно зміцнених сталей з глибоким цементаційним шаром.
 - Синтетичні мастильні матеріали, які краще зберігають властивості при високих навантаженнях.
3. Інтеграція електроніки та сенсорних технологій:
 - Сучасні модулі можуть включати сенсори температури, навантаження або вібрацій, які передають дані на ЕБУ (електронний блок управління).

- Це дозволяє здійснювати предиктивне обслуговування головної передачі без демонтажу.

4. Зменшення маси та габаритів:

- Конструкції з алюмінієвими або композитними корпусами (переважно в легковому та електротранспорті).
- Оптимізація форми корпусу для полегшення монтажу та зменшення центру мас.

5. Застосування самоблокувальних диференціалів:

- Головні передачі все частіше комплектуються Torsen- або електроннокерованими диференціалами підвищеного тертя, що підвищують прохідність автомобіля.

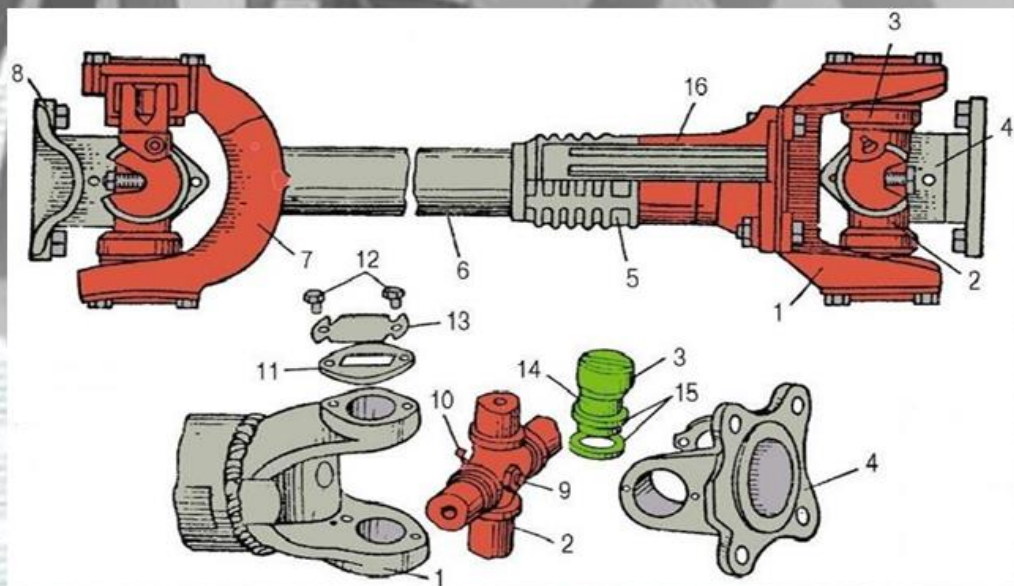


Рисунок 1.4 – Схема сучасної головної передачі із карданною передачею:

1, 4, 7, 8 – вилки; 2 – хрестовина; 3 – стакан; 5 – чохол; 6 – вал (карданний); 9 – контрольний клапан сапун; 10 – маслянка; 11 – упорна пластина; 12 – болти; 13 – стопорна пластина; 14 – підшипник; 15 – ущільнення; 16 – втулка.

На зображенні зображена класична гіпоїдна головна передача, де передача обертального моменту відбувається через косозубі конічні елементи з геометричним зміщенням. Такий тип передачі широко застосовується в сучасних вантажних автомобілях, позашляховиках та спецтехніці завдяки своїй ефективності та довговічності.

Приклади сучасних моделей автомобілів з карданною передачею і головною передачею гіпоїдного типу:

1. **Toyota Land Cruiser 300** – класичний позашляховик з потужною задньою гіпоїдною головною передачею, карданною передачею та диференціалами підвищеного тертя (Torsen, LSD).

2. **Ford Ranger Raptor** – сучасний пікап, оснащений посиленою гіпоїдною передачею заднього моста для підвищеної витривалості в умовах бездоріжжя.

3. **Mercedes-Benz G-Class (W463)** – повнопривідний автомобіль із роздаткою, карданными валами та редукторами з гіпоїдними передачами.

4. **MAN TGS (вантажний автомобіль)** – використовує потужні гіпоїдні головні передачі на задньому та передньому мостах, передаючи момент через карданні вали.

5. **IVECO T-Way 6×6** – важка вантажівка для будівництва з карданными передачами та потужними гіпоїдними головними передачами на всіх осях.

Таблиця 1.2 – Класифікація типів головних передач у трансмісіях із карданною передачею

№	Тип головної передачі	Конструктивні особливості	Переваги	Сфера застосування
1	Циліндрична	Ведуча і ведена шестерні – циліндричні	Простота, дешевизна	Легкі передньопривідні авто (рідко)
2	Конічна	Передача під кутом 90°; конічні шестерні	Простота, доступність	Легкові ЗПП, малотонажні вантажівки
3	Гіпоїдна	Зміщення осей; зубці розміщені косо	Плавність ходу, тиша, витривалість	Позашляховики, пікапи, вантажівки
4	Центральна подвійна	Дві пари шестерень у корпусі	Рознесення навантаження, краща балансировка	Важкі повнопривідні вантажівки
5	Черв'ячна	Ведучий елемент – черв'як, ведений – колесо	Тиха робота, високий коефіцієнт редукції	Рідко, окремі спецтехнічні конструкції
6	Планетарна (інтегрована)	Складна багатозубчаста схема з сателітами	Компактність, велике передатне число	Електробуси, деякі спецавтомобілі

Висновок: Карданна передача мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter забезпечує надійну передачу крутного моменту до ведучого моста. Її будова включає шарніри, вали й опори, що забезпечують гнучкість та компенсацію деформацій.

1.3 Загальна характеристика функціональних та експлуатаційних особливостей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Карданна передача є ключовим елементом трансмісії задньопривідного мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter, забезпечуючи надійну передачу крутного моменту від коробки передач до ведучого моста під змінним кутом і при змінній довжині вала. Така конструкція є необхідною в умовах, коли трансмісійні агрегати розташовані на різних рівнях або відстанях, а положення заднього моста змінюється під час руху автомобіля (через нерівності дороги, навантаження, зміну кліренсу тощо).

У конструкції Sprinter застосовано двосекційний карданний вал, будова якого зображено на рисунку 1.5, що включає в себе: передній карданний вал; проміжну опору; задній карданний вал; три карданні шарніри (з хрестовинами); шліцьове ковзне з'єднання.

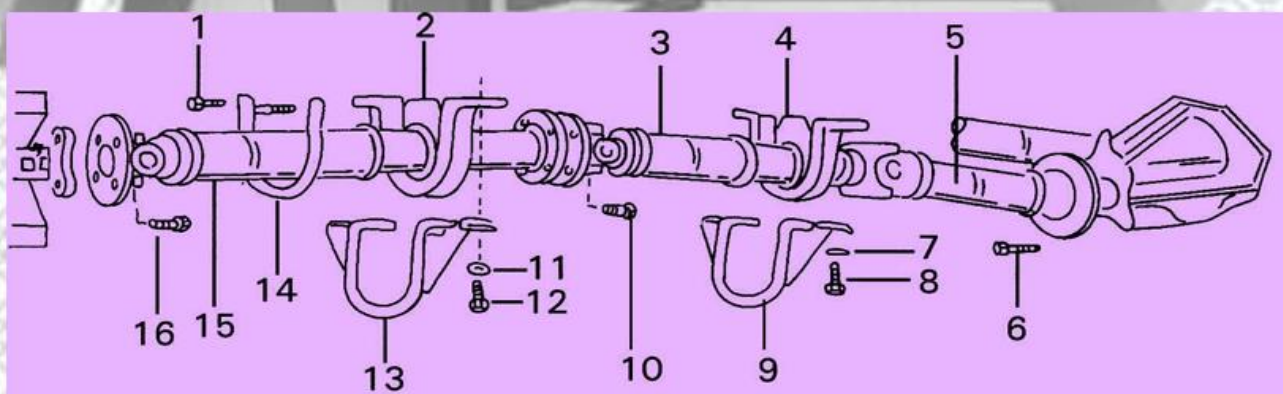


Рисунок 1.5 – Будова карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter:

- 1 – шестигранний болт, 85-90 Н · м; 2 – проміжна опора переднього валу; 3 – середній вал;
 4 – проміжна опора заднього валу; 5 – задній вал; 6 – болт кріплення карданного валу;
 7 – шайба; 8 – шестигранний болт, 85-90 Н · м; 9 – страхувальна скоба проміжної опори;
 10 – болт карданного валу, 60-65 Н · м; 11 – шайба; 12 – болт, 85-90 Н · м; 13 – страхувальна скоба проміжної опори; 14 – страхувальна скоба; 15 – передній вал; 16 – болт кріплення карданного валу

Карданні вали Mercedes-Benz Sprinter виготовляються з тонкостінної легованої сталі з високою стійкістю до динамічних навантажень та деформацій. З обох боків до валів приєднані вилки: одна жорстко приварена, інша з'єднана зі

шліцевим наконечником, який входить у шліцьову втулку, утворюючи ковзне з'єднання. Завдяки цьому компенсуються зміни відстані між коробкою передач і заднім мостом при роботі підвіски.

Карданні шарніри карданної передачі оснащені шарнірами рівних кутових швидкостей (ШРКШ) з хрестовинами. Кожен шарнір має чотири підшипники з голками, розміщеними у сталевих стаканах. Для герметизації й утримання мастила використовуються сальники та гумові ущільнювачі.

Підшипники хрестовини зафіксовані кришками з гвинтовими з'єднаннями, які додатково стопоряться спеціальними пластинами для запобігання самовідкручуванню. Це дозволяє зберігати жорсткість конструкції й уникати люфтів.

Робочий кут шарніра не перевищує 24° , що забезпечує ефективну передачу моменту без значних втрат та зменшує зношування підшипників.

Проміжна опора – служить для підтримки довгого карданного валу в середині, зменшуючи навантаження на підшипники та знижуючи вібрації. Вона містить радіальний підшипник кочення, який зафіксований у корпусі за допомогою металевих скоб та кришок. Зовнішнє ущільнення виконує роль захисту від пилу, вологи та інших агресивних впливів з дороги.

Змащення та обслуговування всіх вузлів карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter потребують регулярного змащування, а саме:

- В голчасті підшипники хрестовин закладається по 3 г мастила при складанні, з подальшою заміною кожні 60 тис. км або раз на 5 років.
- У шліцьове з'єднання проміжного вала на заводі-виготовлювачі закладається 200 г солідолу С. В процесі експлуатації мастило додається через прес-масельничку згідно з картою змазування автомобіля.
- Недотримання інтервалів обслуговування призводить до швидкого зносу шарнірів, люфтів, вібрацій, що в підсумку може спричинити пошкодження трансмісійних агрегатів.

Особливості експлуатації карданної передачі Sprinter, яка функціонує у важких умовах:

- постійні вібрації і змінні навантаження;

- вплив агресивного середовища (волога, сіль, пісок, бруд);
- температурні коливання.

У зв'язку з цим конструкція передбачає динамічне балансування карданного вала в зборі з шарнірами для зниження биття й вібрацій. Порушення балансування (наприклад, після ремонту без точного динамічного балансування) призводить до швидкого зносу підшипників та втрати керованості транспортного засобу.

Переваги конструкції карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter:

- Міцність і довговічність за рахунок застосування високоміцних матеріалів;
- Можливість компенсації зміни довжини вала при роботі підвіски;
- Забезпечення передачі моменту під змінним кутом;
- Захищеність від зовнішніх впливів (пилу, вологи);
- Ремонтопридатність – можливість заміни хрестовин, підшипників, шліцевих з'єднань;
- Балансування забезпечує низький рівень вібрацій на високих швидкостях.

Висновок: Отже, карданна передача мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter є ефективною і надійною системою передачі крутного моменту до заднього моста, забезпечуючи стабільність, комфорт та високу зносостійкість у різних умовах експлуатації. Дотримання регламенту технічного обслуговування та своєчасна заміна зношених елементів є ключем до довготривалої експлуатації цієї складної і навантаженої системи трансмісії.

1.4 Аналіз основних відмов та несправностей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter і способів їх усунення

Карданна передача у мікроавтобусі Mercedes-Benz Sprinter слугує для передавання крутного моменту від коробки передач до заднього моста. Вона складається з валів, карданних шарнірів, проміжної опори, шліцевого з'єднання

та еластичної муфти. Надійна робота цієї передачі суттєво впливає на динамічні властивості автомобіля, комфортність руху та безпеку експлуатації.

У процесі експлуатації відбувається природне зношення елементів карданної передачі, що в поєднанні з впливом зовнішніх факторів (умов навантаження, якості доріг, якості обслуговування, вологи, температури тощо) може призвести до виникнення типових відмов і несправностей. Найчастіше спостерігаються: механічні дефекти (знос, тріщини, деформація); порушення балансу обертання валів; порушення герметичності; порушення регулювання та кріплення; вібрації та шум.

Найбільш характерні ознаки несправностей карданної передачі: сторонні шуми (стукіт, гул, деренчання) при рушанні, прискоренні або гальмуванні; вібрації на кузові, особливо при русі на певних швидкостях; підтікання мастильних матеріалів у зоні шарнірів або з'єднань; люфт у з'єднаннях або опори.

Нижче в таблиці 1.4 наведено типові відмови, їх причини та способи усунення.

Таблиця 1.4 – Типові відмови та несправності карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter і способи їх усунення

№	Відмова / Несправність	Ознака / Спосіб виявлення	Можливі причини	Спосіб усунення
1	2	3	4	5
1	Стукіт у карданній передачі	При рушанні з місця або зміні передач	Послаблення болтів кріплення; знос шліцевого з'єднання; люфт у підшипниках шарнірів	Перевірити кріплення, затягнути болти; за наявності зносу — замінити деталі
2	Вібрація карданного вала	Відчувається на кузові під час руху	Дисбаланс вала; деформація; знос хрестовини	Балансування вала, заміна деформованих або зношених елементів
3	Шум у зоні проміжної опори	Підвищений шум під під-логою при русі	Знос або руйнування підшипника опори	Заміна проміжної опори або її підшипника
4	Підтікання мастила зі шліцевого з'єднання або шарнірів	Сліди мастила, зниження рівня у вузлах	Пошкодження сальників, слабке ущільнення, відсутність змазки	Замінити сальники, перевірити герметичність, змастити шліцеве з'єднання

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5
5	Шум і стукіт при наборі швидкості	При розгоні або навантаженні	Надмірний зазор у хрестовинах, спрацьована втулка муфти	Заміна хрестовини, відновлення посадкових отворів, заміна втулки
6	Ослаблення кріплення поперечини опори	Стук під час руху на нерівностях	Розкручування кріплень, вібронантаження	Підтягнути та зафіксувати гайки кріплення поперечини
7	Утруднений поворот карданного вала	Обертання валу з заїданням при демонтажі	Закисання шліцевого з'єднання через відсутність змазки	Очистити шліци, нанести мастило, за необхідності – замінити зношені частини
8	Підвищене навантаження на трансмісію	Нерівномірна робота підвіски, вібрації	Невідбалансовані карданні вали, перекіс установки	Відрегулювати установку валів, провести динамічне балансування

Висновок: Для забезпечення довговічної та безпечної роботи карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter необхідно дотримуватися регламенту технічного обслуговування: своєчасно проводити огляди, мастило шліцевих з'єднань, перевіряти затягування кріплень, балансувати вали після ремонту або заміни. Ігнорування вищевказаних несправностей може призвести не лише до пошкодження елементів трансмісії, але й до аварійної ситуації під час руху.

1.5 Висновки та постановка завдань бакалаврської кваліфікаційної роботи

Аналіз літературних джерел, нормативної документації та особливостей конструкції карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter дозволив зробити висновок про актуальність і практичну значущість розробки раціонального технологічного процесу її заміни. Карданна передача є критичним елементом трансмісії транспортного засобу, від справності якого залежить ефективність передавання крутного моменту від коробки передач до заднього моста, а отже – і загальна надійність та безпека руху мікроавтобуса.

Умови функціонування приватного підприємства «Енергоспецсервіс» у місті Калинівка Вінницької області передбачають обслуговування

автотранспорту, що експлуатується в інтенсивному режимі, у тому числі для виконання вантажних та пасажирських перевезень. У таких умовах підвищується потреба в якісному та швидкому виконанні технічного обслуговування і ремонту, зокрема вузлів трансмісії, до яких належить карданна передача.

На основі проведеного огляду і встановлених вимог до ремонтних процесів сформульовано основну мету бакалаврської кваліфікаційної роботи – розробка ефективного, технічно обгрунтованого та економічно доцільного технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter із урахуванням наявних технічних можливостей підприємства «Енергоспецсервіс».

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачається вирішення наступних завдань:

1. Провести аналіз конструкції та принципу роботи карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter, виявити типові несправності, причини їх виникнення та методи діагностування.
2. Дослідити умови діяльності та технічне оснащення підприємства «Енергоспецсервіс», зокрема щодо виконання ремонту трансмісійних систем.
3. Розробити технологічну послідовність операцій з демонтажу, заміни та встановлення карданної передачі із зазначенням етапів діагностики, демонтажу, ремонту та складання, а також обгрунтувати вибір обладнання та інструменту.
4. Запропонувати заходи з охорони праці, техніки безпеки, а також організації робочого місця відповідно до вимог нормативної документації.

Виконання вказаних завдань дозволить підвищити якість і швидкість проведення технічного обслуговування карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter, що, у свою чергу, сприятиме покращенню експлуатаційної надійності автотранспортних засобів та конкурентоспроможності підприємства на ринку сервісних послуг.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка ефективного та технологічно обгрунтованого процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» м. Калинівка Вінницької області, що сприятиме підвищенню якості технічного обслуговування, зменшенню простоїв транспортних засобів і забезпечить безперебійну та надійну експлуатацію автотранспорту підприємства.

2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ АТП З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Програмне забезпечення для розрахунку на ЕОМ

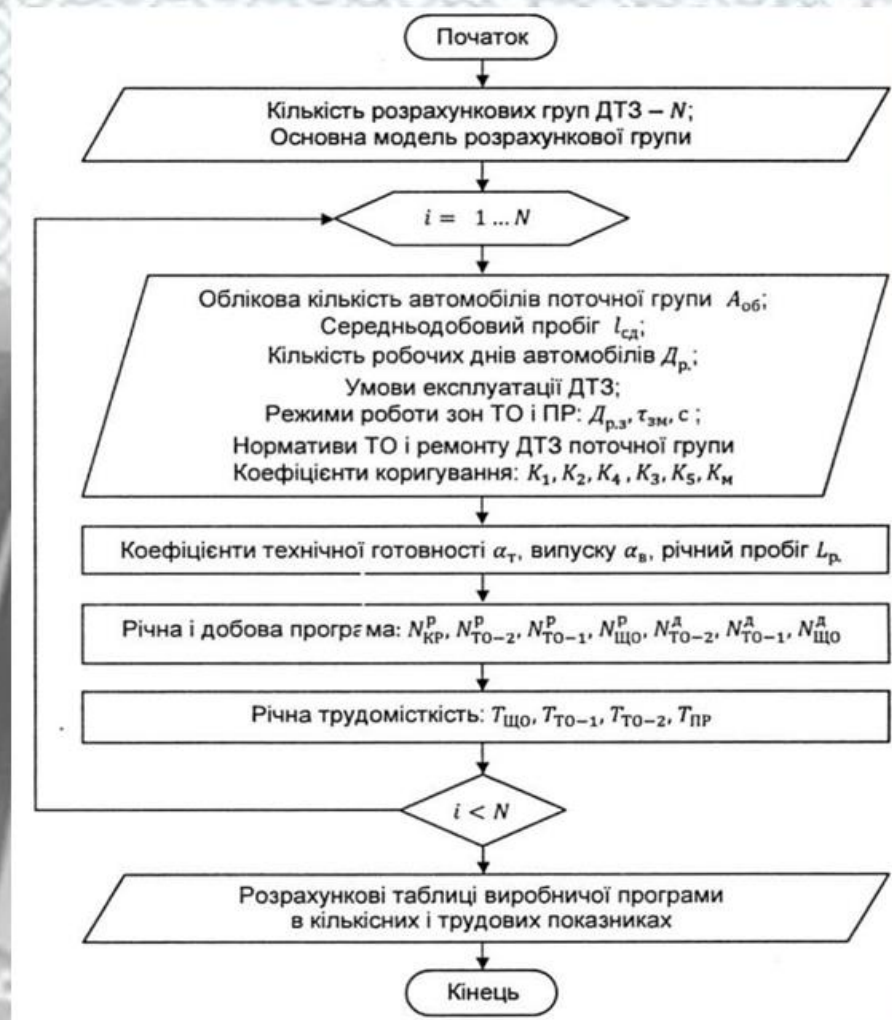
2.1.1 Описання програмного забезпечення

У процесі розрахунку виробничої програми використовується спеціалізоване програмне забезпечення, яке містить базу даних з нормативною, довідковою та рекомендаційною інформацією. Структура програмних процедур побудована таким чином, що дає змогу здійснювати окремі розрахунки автономно – незалежно один від одного.

У межах даного дипломного проекту реалізується розрахунок виробничої програми. Процедура "Виробнича програма" включає етапи вибору та коригування нормативів технічного обслуговування (ТО) та ремонту дорожньо-транспортних засобів (ДТЗ), визначення річного пробігу автомобілів, а також обчислення обсягу виробничої програми в кількісних і трудових показниках.

Як програмне середовище для реалізації обчислювальних процедур можуть бути використані електронні таблиці Microsoft Excel або середовища програмування, зокрема Delphi та Microsoft Visual Studio, з використанням мов Pascal та C++ відповідно.

Особливість розрахунку виробничої програми полягає в тому, що для кожної групи автомобілів, які входять до розрахунку, застосовується ідентичний алгоритм обчислень. У цьому зв'язку доцільним є використання циклічної структури алгоритму, блок-схема якого подана нижче:



2.1.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Виробнича програма технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) є кількісним вираженням обсягу робіт, що виконуються з обслуговування та ремонту автомобілів протягом визначеного періоду (добового, річного або повного експлуатаційного циклу).

Розрахунок виробничої програми може здійснюватися різними методами: статистичним, табличним, графічним, аналітичним тощо. Найбільш поширеним і ефективним є аналітичний метод, що ґрунтується на використанні нормативних показників, даних про річний пробіг автомобілів та періодичність виконання ТО і ПР.

Вихідні дані, необхідні для виконання технологічного розрахунку та подальшого проектування, узагальнено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку виробничої програми

Параметр	Умовні позначення	Одиниці вимірювання	Значення
1	2	3	4
Модель ДТЗ	-	-	Mercedes-Benz Sprinter
Облікова кількість ДТЗ	$A_{об}$	од.	10
Середньодобовий пробіг	$L_{сд}$	км	225
Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію	a_n	-	0,750
Категорія умов експлуатації	-	-	III
Вид зберігання ДТЗ	-	-	Відкрите
Кліматичний район	-	-	Помірно-теплий
Кількість робочих днів зон ТО і ПР	$D_{р.з.}$	дні	303
Тривалість робочої зміни	$\tau_{зм}$	год	7
Кількість робочих змін	c	-	1

2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

2.2.1 Вибір і коригування нормативів ТО і ремонту ДТЗ

Нормативи технічного обслуговування (ТО) і ремонту дорожніх транспортних засобів встановлені чинними нормативними документами, зокрема згідно з вимогами «Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту», відомого як «Положення 98».

Указані нормативи передбачені для нормальних умов експлуатації. У разі функціонування транспортних засобів в умовах, що відрізняються від еталонних, змінюються показники їх безвідмовності, довговічності, а також трудомісткість і матеріальні витрати на забезпечення працездатності. Тому виникає необхідність коригування нормативів ТО і ремонту.

Коригування здійснюється згідно з методикою, наведеною у «Положенні 98», шляхом урахування п'яти (5) основних коефіцієнтів коригування, які враховують вплив таких чинників:

K_1 – категорія умов експлуатації;

K_2 – модифікація дорожнього транспортного засобу;

K_3 – природно-кліматичні умови;

K_4 – кількість транспортних засобів технічно-сумісної групи;

K_5 – умови зберігання ДТЗ.

З урахуванням цих коефіцієнтів розраховуються скориговані нормативи періодичності та трудомісткості робіт за формулою:

$$\begin{aligned}
 L_{TO-1}^K &= L_{TO-1}^H \cdot K_1 \cdot K_3; \\
 L_{TO-2}^K &= L_{TO-2}^H \cdot K_1 \cdot K_3; \\
 L_{KP}^K &= L_{KP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \\
 D_{TOIP} &= D_{TOIP}^H \cdot K_2; \\
 t_{TO-1} &= t_{TO-1}^H \cdot K_2 \cdot K_4; \\
 t_{TO-2} &= t_{TO-2}^H \cdot K_2 \cdot K_4; \\
 t_{IP} &= t_{IP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5.
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Крім того, враховується кратність середньодобового пробігу, що дозволяє уточнити частоту обслуговування за формулою:

$$\begin{aligned}
 L_{TO-1} &= Round(L_{TO-1}^K / I_{CD}) \cdot I_{CD}; \\
 L_{TO-2} &= Round(L_{TO-2}^K / L_{TO-1}) \cdot L_{TO-1}; \\
 L_{СП} &= Round(L_{СП}^K / L_{TO-2}) \cdot L_{TO-2}.
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

де x^H – нормативні значення періодичності та трудомісткості робіт;

x^K – скореговані по "К" значення періодичності робіт;

Round (x) – округлення результату до найближчого цілого значення (наприклад, кількість періодів ТО-1 у періоді ТО-2, або до списання/капітального ремонту);

Нормативи ТО і ремонту ДТЗ, коефіцієнти їх коригування та скориговані значення приведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативи ТО і ремонту та їх коригування

Нормативи	Ум. поз.	Один. вим.	Норм. знач.	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Скор. Знач.
Періодичність ТО-1	$L_{ТО-1}$	км.	4000	0,9	-	1,0	-	-	3600
Періодичність ТО-2	$L_{ТО-2}$	км.	16000	0,9	-	1,0	-	-	14400
Пробіг до списання або КР	$L_{СП}$	км	300000	0,9	1,0	1,1	-	-	297000
Тривалість простою в ТО і ПР	$D_{ТОіПР}$	дні на 1000 км	0,48	-	1,0	-	-	-	0,48
Трудомісткість ТО-1	$t_{ТО-1}$	люд.-год	7,5	-	1,0	-	1,19	-	8,93
Трудомісткість ТО-2	$t_{ТО-2}$	люд.-год	24,0	-	1,0	-	1,19	-	28,56
Трудомісткість ПР	$t_{ПР}$	$\frac{\text{люд.-год}}{1000\text{км}}$	5,5	1,1	1,0	0,9	1,19	1,0	6,48

2.2.2 Визначення річного пробігу автомобілів

Для визначення річного пробігу автомобілів використовуються такі вихідні показники:

- середньодобовий пробіг автомобіля;
- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію, який, у свою чергу, залежить від коефіцієнта технічної готовності.

Коефіцієнт технічної готовності α_T характеризує відношення кількості технічно справного рухомого складу до загальної кількості транспортних засобів та визначається за формулою:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + I_{\omega} \cdot \left(\frac{D_{ТОіПР}}{1000} \right)}, \quad (2.3)$$

де: I_{cd} – середньодобовий пробіг, (км);

$D_{ТО\text{и}ПР}$ – скорегований час простою автомобіля під час технічного обслуговування та ремонту (ТО і ПР), дні/1000 км.

Коефіцієнт випуску α_v відображає частку автомобілів, що виходять на лінію, у загальній кількості транспортних засобів підприємства. Його обчислюють за формулою:

$$\alpha_v = \alpha_T \cdot \frac{D_p}{D_K}, \quad (2.4)$$

де: D_p – кількість робочих днів у році (для автомобілів), днів;

D_K – кількість календарних днів у році, днів.

Визначаємо коефіцієнт технічної готовності для групи автомобілів:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 225 \cdot 0,48 / 1000} = 0,903;$$

Знаходимо коефіцієнт випуску для групи автомобілів:

$$\alpha_v = 0,903 \cdot \frac{303}{365} = 0,750;$$

Річний пробіг автомобілів певної групи визначається як добуток середньодобового пробігу, кількості автомобілів у групі та коефіцієнта випуску:

$$L_p = A_{об} \cdot I_{cd} \cdot D_K \cdot \alpha_v, \quad (2.5)$$

де $A_{об}$ – число автомобілів однієї групи;

$$L_p = 10 \cdot 225 \cdot 365 \cdot 0,750 = 615937,53(\text{км}).$$

2.2.3 Визначення річної, добової та змінної програми

Річна програма технічного обслуговування та діагностування автомобілів (ТО і Д) визначає загальну кількість обслуговувань певного виду, які мають бути виконані за рік для кожної розрахункової групи дорожніх транспортних засобів (ДТЗ). Обчислення виконується за аналітичними формулами:

$$\begin{aligned} N_{KP}^P &= \frac{L_p}{L_{KP}}; \\ N_{TO-2}^P &= \frac{L_p}{L_{TO-2}} - N_{KP}^P; \\ N_{TO-1}^P &= \frac{L_p}{L_{TO-1}} - N_{KP}^P - N_{TO-2}^P. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Добова програма визначається на основі кількості робочих днів зони технічного обслуговування і ремонту:

$$N_{(TO-1),(TO-2)}^D = N_{(TO-1),(TO-2)}^P / D_{p,z}; \quad (2.7)$$

Річна програма:

$$\begin{aligned} N_{KP}^P, (N_{СП}^P) &= \frac{615937,53}{297000} = 2,07; \\ N_{TO-2}^P &= \frac{615937,53}{14400} - 2,07 = 40,70; \\ N_{TO-1}^P &= \frac{615937,53}{3600} - 2,07 - 40,70 = 128,32. \end{aligned}$$

Добова програма:

$$N_{TO-2}^D = \frac{40,70}{303} = 0,13; \quad N_{TO-1}^D = \frac{128,32}{303} = 0,42.$$

Змінна програма залежить від кількості змін роботи підприємства. При однозмінному режимі роботи вона дорівнює добовій. Підсумкові значення річної, добової та змінної програми зведені у таблицю 2.3.

2.2.4 Визначення річної трудомісткості робіт

Річна виробнича програма в трудових показниках (трудомісткість) визначає обсяг робіт з технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР), що мають бути виконані на підприємстві протягом року. Цей обсяг обчислюється в людино-годинах і залежить від кількості обслуговувань кожного виду та скоригованої трудомісткості одного обслуговування.

Трудомісткість річної програми обчислюється за такими формулами:

$$\begin{aligned} T_{TO-1} &= t_{TO-1} \cdot N_{TO-1}^P; \\ T_{TO-2} &= t_{TO-2} \cdot (N_{TO-2}^P + 2 \cdot A_{об} \cdot K_{CO}); \\ T_{ПР} &= t_{ПР} \cdot \frac{L_P}{1000}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

де K_{CO} – коефіцієнт сезонного обслуговування, який враховує вплив кліматичних умов на обсяг робіт ТО-2 (приймається: 0,5 – для дуже холодного та дуже жаркого сухого клімату; 0,3 – для холодного і жаркого сухого клімату; 0,2 – для інших кліматичних районів).

$$T_{TO-1} = 8,93 \cdot 128,32 = 1145,90 \text{ (люд.} \cdot \text{год)};$$

$$T_{TO-2} = 28,56 \cdot (40,70 + 2 \cdot 10 \cdot 0,2) = 346,72 \text{ (люд.} \cdot \text{год)};$$

$$T_{ПР} = 6,48 \cdot \frac{615937,53}{1000} = 3991,28 \text{ (люд.} \cdot \text{год)}.$$

Результати розрахунку виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Виробнича програма ТО і ремонту

Параметр	ТО-1	ТО-2	ПР	Загальна ТО і ПР
Річна програма	128,32	40,70	-	
Добова програма	0,42	0,13	-	
Змінна програма	0,42	0,13	-	
Річна трудомісткість	1145,90	346,72	3991,28	5483,9

Річні обсяги робіт технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2) і поточного ремонту (ПР), виражені у трудомісткості (люд.-год), необхідно деталізувати за видами робіт. Це дозволяє визначити потребу в персоналі відповідних спеціальностей, а також спланувати необхідну виробничу площу, обладнання та оснащення.

Розподіл виконується на підставі встановлених нормативних таблиць розподілу трудомісткості ТО і ПР за видами робіт, які виражаються у відсотках (%). Розрахунок трудомісткості окремого виду робіт в межах кожного виду обслуговування чи ремонту здійснюється за формулою:

$$T_n^i = T_n \cdot \frac{C_n^i}{100}; \quad (2.9)$$

де T_n – річна трудомісткість ТО-1, ТО-2, ПР, люд.-год;

C_n^i – доля (%) окремого виду робіт в річній трудомісткості відповідного виду ТО чи ПР.

Результати розподілу трудомісткості робіт ТО і ПР за видами приведені в таблицях розрахункових показників (п. 2.5).

2.3 Розрахунок чисельності робітників

У системі технічного обслуговування та ремонту дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) для забезпечення виконання виробничої програми визначається кількість необхідних працівників.

Розрізняють:

Явочну чисельність робітників $P_{я}$ – мінімальна кількість працівників, яка

повинна бути присутня щоденно на робочому місці для виконання добової виробничої програми;

Штатну чисельність робітників $P_{ш}$ – загальна кількість працівників, необхідна для забезпечення виконання річної виробничої програми з урахуванням втрат робочого часу (відпустки, хвороби, тощо):

$$P_{я(ш)} = \frac{T_i}{\Phi_{р.м.(в.р)}}; \quad (2.10)$$

де T_i – річний обсяг робіт на ділянці (зоні, посту), люд-год;

$\Phi_{р.м.}$ – річний ефективний фонд часу одного робітника, год;

Згідно з «Положенням 98», річний фонд робочого часу приймається:

При 5-ти денному робочому тижню $\Phi_{р.м} = 1998$ год.; При 6-ти денному робочому тижню $\Phi_{р.м} = 2007$ год.

Річний ефективний фонд часу розраховується з урахуванням середніх втрат робочого часу на відпустки, лікарняні, державні обов'язки тощо. Типові значення наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Річний ефективний фонд часу робітників

Професія робітників	Річний ефективний фонд часу, $\Phi_{в.р.}$, год.
Мийники і прибиральники рухомого складу	1860
Слюсарі з ТО і поточного ремонту агрегатів, вузлів, устаткування, мотористи, електрики, шиномонтажники, слюсарі-верстатники, столяри, оббивальники, арматурники, жерстяники	1840
Слюсарі з ремонту приладів системи живлення, акумуляторники, ковалі, мідники, зварювальники, вулканізаторники	1820
Малярі	1610

Чисельність виробничих робітників визначається окремо для кожного виду робіт відповідно до розподілу річної трудомісткості за видами технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2) та поточного ремонту (ПР). Це дозволяє більш

точно оцінити потребу в кадрах за професіями і спеціальностями, виходячи з реального обсягу робіт:

$$P_{я} = \frac{3838,73}{1998} = 1,92 \text{ (чол)}; \quad P_{ш} = \frac{3838,73}{1840} = 2,07 \text{ (чол)}.$$

Для інших видів робіт ТО і ПР розрахунки виконуються аналогічно. Результати визначення чисельності робітників для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблиці розрахункових показників (п. 2.5).

2.4 Розрахунок кількості постів ТО і ПР

Розрахункова мінімальна кількість постів для постових робіт ПР залежить від річної трудомісткості цих робіт і визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_p}{D_{РЗ} \cdot c \cdot \tau_{зм} \cdot P_{п} \cdot \eta_{п}}, \quad (2.11)$$

де T_i – річна трудомісткість робіт відповідного виду, люд.-год;

K_p – коефіцієнт резервування постів для компенсації нерівномірного їх завантаження;

c – число змін протягом доби;

$\tau_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год;

$P_{п}$ – число робітників, що одночасно працюють на посту, чол.;

$\eta_{п}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста.

Вихідні дані для розрахунку кількості постів зводимо в таблицю 2.5.

Розрахункову кількість постів визначаємо для кожного виду робіт. Розрахункова кількість постів для виконання постових робіт ПР "регулювальні і розбірно-складальні":

$$X_i = \frac{3838,73 \cdot 1,8}{303 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 0,98} = 2,22 \text{ (пост)}.$$

Таким чином в зоні ПР приймаємо два пости ПР.

Для інших видів робіт розрахунки виконуються аналогічно. Результати визначення кількості постів для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблиці розрахункових показників (п. 2.5).

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів ТО і ПР

Показник	Ум. позн	Вид робіт										
		ТО-1		ТО-2		ПР						
		Діагностичні(Д-1)	Кріпильні та ін.	Діагностичні(Д-2)	Кріпильні та ін.	Діагностичні(Д-1)	Діагностичні(Д-2)	Регулювальні та ін	Зварювальні	Жерстяницькі	Фарбувальні	Деревообробні
Коефіцієнт резервування постів	K_p	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,8	1,4	1,4	1,8	1,4
Одночасно працюють на посту	P_n	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	2	1
Коефіцієнт використання робочого часу	η_n	0,98	0,98	0,98	0,98	0,9	0,9	0,98	0,98	0,98	0,9	0,98

2.5 Розрахункові показники робіт ТО і ПР

Таблиця 2.6 – Розрахункові показники робіт ТО-1 і ТО-2

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол		Кількість постів
	%	T_{TO}^i	$P_{я}$	$P_{ш}$	
1	2	3	4	5	6
ТО-1:					
діагностика загальна (Д-1)	10	114,59	0,06	0,06	0,07
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.,	90	1031,31	0,52	0,56	0,6
Разом ТО-1	100	1145,90	0,58	0,62	0,67
ТО-2:					
діагностика поглиблена (Д-2)	10	34,67	0,02	0,02	0,02
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.,	90	312,05	0,16	0,17	0,20
Разом ТО-2	100	346,72	0,18	0,19	0,22
Всього робіт ТО		1492,62	0,76	0,81	0,89

Обсяги робіт ТО і ПР необхідно поділити за видами робіт. Користуючись таблицями розподілу робіт ТО і ПР в відсотковому відношенні, знаходяться розрахункові трудомісткості окремих видів робіт в межах кожного виду обслуговування чи ремонту результати наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахункові показники робіт ПР

Вид робіт	Трудовісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол		Кількість постів
	%	$T_{\text{ПР}}^I$	$P_{\text{Я}}$	$P_{\text{Ш}}$	$X_{\text{ПР}}^I$
1	2	3	4	5	6
Постові роботи:					
діагностика загальна (Д-1)	1	114,49	0,06	0,06	0,07
діагностика поглиблена (Д-2)	1	114,49	0,06	0,06	0,07
регулювальні і розбірно-складальні роботи	35	3838,73	1,92	2,07	2,22
зварювальні роботи	4	457,98	0,23	0,25	0,26
жерстяницькі роботи	3	343,49	0,17	0,19	0,20
фарбувальні роботи	6	686,98	0,34	0,50	0,40
деревообробні роботи	-				0
<i>Разом постових</i>	50	5483,9	2,76	3,02	3,22
Дільничні роботи:					
агрегатні роботи	18	2060,82	1,03	1,12	
слюсарно-механічні роботи	10	1144,9	0,58	0,62	
електротехнічні роботи	5	572,45	0,29	0,31	
аккумуляторні роботи	2	228,99	0,11	0,12	
ремонт приладів системи живлення	4	457,98	0,23	0,25	
шиномонтажні роботи	1	114,49	0,06	0,06	
роботи вулканізації (ремонт камер)	1	114,49	0,06	0,06	
ковальсько-ресорні роботи	3	343,49	0,17	0,19	
мідницькі роботи	2	228,99	0,11	0,12	
зварювальні роботи	1	114,49	0,06	0,06	
жерстяницькі роботи	1	114,49	0,06	0,06	
арматурні роботи	1	114,49	0,06	0,06	
оббивні роботи	1	114,49	0,06	0,06	
таксиметричні роботи	-			0	
<i>Разом дільничних</i>	50	5483,9	2,76	3,02	
Всього робіт ПР	100	10967,8	5,52	6,04	3,22

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАМІНИ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ МІКРОАВТОБУСА MERCEDES – BENZ SPRINTER

3.1 Обґрунтування вибору виробничого підрозділу

3.1.1 Організація виробничих підрозділів технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів і загальна організація виробничого процесу

На підставі аналізу обсягів робіт із технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2) та поточного ремонту (ПР) автотранспортних засобів у приватному підприємстві «Енергоспецсервіс» м. Калинівка встановлено, що деякі технологічні процеси, зокрема малотехнологічні або епізодичні (фарбування, рихтувальні, зварювальні роботи), не мають стабільного навантаження та виконуються за кооперацією або як допоміжні.

Однак до основних робіт підприємства належать планові ремонти та вузлові заміни, зокрема заміна карданної передачі мікроавтобусів типу Mercedes-Benz Sprinter, які обслуговуються регулярно. З огляду на це, основні ресурси доцільно зосередити на слюсарно-ремонтних роботах із заміни агрегатів і механізмів.

Для забезпечення ефективної організації праці та ритмічного функціонування СТО на підприємстві сформовано такі виробничі підрозділи:

- підрозділ технічного обслуговування (виконання ТО-1, ТО-2);
- підрозділ поточного постового ремонту (зокрема заміна вузлів, таких як карданна передача);
- допоміжна дільниця (для виконання рідкісних або спеціалізованих робіт – зварювання, мийка, зарядка акумуляторів тощо).

У межах даної роботи основна увага зосереджується на підрозділі поточного ремонту, де виконується заміна карданних валів у мікроавтобусах. Даний підрозділ має відповідне технологічне оснащення (підйомники, домкрати, знімачі, ключі, пристрої балансування), а також кваліфікований персонал.

Сумарна трудомісткість і розподіл навантаження між підрозділами подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Виробничі підрозділи постових робіт ТО – 1, ТО – 2 і ПР

Виробничий підрозділ	Перелік робіт	К-сть змін	Т – кість, люд-год	Чисельність робітників, чол		К-сть постів
		c	$T_{\text{пр}}$	$P_{\text{я}}$	$P_{\text{ш}}$	$X_{\text{ТОПР}}$
1	2	3	4	5	6	7
Зона ТО	Всі роботи по ТО – 1 і ТО – 2 автомобілів	1	1492,62	1	1	1
Зона ПР	Роботи Д – 1 і Д – 2 при ПР, розбирально – складальні роботи ПР автомобілів	1	4067,71	2	2	2
Зона кузовних робіт ДТЗ	Зварювальні, жерстяницькі і фарбувальні роботи всіх груп ДТЗ	1	1831,92	1	1	1
Всього робіт ТО – 1, ТО – 2 і постових ПР		1	7392,25	4	4	4

3.1.2 Вибір виробничого підрозділу та загальна організація виробничого процесу

До технічного обслуговування автомобіля належить комплекс операцій, спрямованих на підтримання його працездатності та надійності в умовах експлуатації. Роботи ТО-1 і ТО-2 виконуються з метою зниження інтенсивності зношування, своєчасного виявлення несправностей і запобігання відмов. Регламентне обслуговування здійснюється згідно з нормативами «Положення-98», з урахуванням умов експлуатації автотранспортного засобу у приватному підприємстві «Енергоспецсервіс» (м. Калинівка, Вінницька область).

Технологічний процес технічного обслуговування та поточного ремонту на підприємстві може організовуватись у двох формах:

- на універсальних постах (для виконання широкого спектра робіт на одному робочому місці);
- на спеціалізованих постах (для виконання однотипних або профільних операцій).

Вузли та агрегати, які не підлягають оперативному ремонту безпосередньо на постах, демонтуються та спрямовуються на відповідні ремонтні дільниці. Для цього на підприємстві створюються спеціалізовані зони (дільниці), де ремонт здійснюється за визначеною технологічною послідовністю. Робочі місця в цих зонах обладнуються спеціальним інструментом, стендами, пристроями і засобами механізації, відповідно до характеру ремонтних робіт.

Загальний технологічний процес заміни агрегатів (у тому числі карданної передачі) охоплює такі етапи:

- попереднє миття та зовнішній огляд вузла;
- демонтаж карданної передачі з автомобіля;
- дефектація (візуальна та інструментальна оцінка зношення деталей);
- встановлення нового або відремонтованого вузла;
- перевірка з'єднань і кріплень, змащування шарнірів;
- дорожні випробування.

Розбирання та складання карданних передач здійснюється на робочих місцях, оснащених відповідними інструментами та оснащенням. У процесі дефектації деталі поділяються на придатні, такі, що підлягають відновленню, та браковані.

До характерних робіт, що виконуються при заміні карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter, належать:

- демонтаж елементів вихлопної системи або інших перешкоджаючих частин (за необхідності);
- зняття старої карданної передачі;
- перевірка стану фланців, хрестовин, шліцьових з'єднань;
- очищення та підготовка місця встановлення;
- монтаж нової карданної передачі;
- перевірка співвісності та балансування;
- випробування автомобіля на підйомнику або на випробувальній доріжці.

З урахуванням спеціалізації підприємства «Енергоспецсервіс» та характеру робіт, доцільно виконувати заміну карданної передачі у межах зони поточного

ремонту (ПР), яка має відповідне технічне оснащення та кваліфікований персонал. Роботи можуть проводитися на універсальному посту поточного ремонту, який дозволяє виконувати демонтажно-складальні операції середньої трудомісткості.

Для зони ПР доцільно передбачити щонайменше два універсальні пости. Це дозволить забезпечити ритмічне обслуговування автотранспорту підприємства, зокрема виконання ремонту карданної передачі та інших агрегатів трансмісії, таких як редуктори заднього моста, коробки передач та ін.

3.2 Організація робочих місць у виробничих підрозділах зони ПР ДТЗ

3.2.1 Формування робочих місць та розподіл обсягів робіт

На підставі розрахунків балансу доцільної роботи (БКР) у зоні поточного ремонту (ПР) до експлуатації прийнято два універсальні пости, на яких працюють двоє робітників. Загальний обсяг трудомісткості, що припадає на зону ПР, становить 4067,71 люд.-год. Цей обсяг розподіляється між робочими місцями відповідно до обраної типової схеми організації робіт, з урахуванням специфіки виконання операцій із заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter.

Для ефективної організації технологічного процесу виконується технологічне планування зони ПР, яке включає підбір необхідного обладнання, інструментів та оснащення. На основі сформованої відомості технологічного обладнання виконується планування робочих місць з урахуванням:

- розміщення агрегатів та вузлів,
- послідовності виконання ремонтних операцій,
- мінімізації холостих переміщень персоналу та агрегатів.

Розподіл обсягів робіт між робочими місцями наведено в таблиці 3.2.

- Розподіл забезпечує рівномірне навантаження на кожного працівника.

- Обираються універсальні робочі місця, що дозволяє обслуговувати різні системи автомобіля без потреби в переміщенні транспортного засобу по ремонтній зоні.

Таблиця 3.2 – Організація робочих місць зони ПР

Номер поста	Номер робочого місця	Місце виконання	Вид робіт на робочому місці, агрегати і системи, які обслуговуються	Трудомісткість на роб. місці,		Число вико – навців, чол..	Спеціальність, розряд
				%	люд-год.		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Зверху авто-мобіля	Всі види робіт по обслуговуванню двигуна та його системи, електротехнічні роботи. Обслуговування системи живлення.	15	610,16	1	Автослюсар V розр.
	2	Знизу авто-мобіля	Всі види робіт по обслуговування трансмісії, рульового керування.	9,5	386,43		
			Всі види ремонтних робіт по обслуговуванню ходової частини, гальмівної системи.	11	447,45		
	3	Збоку авто-мобіля	Всі види робіт по обслуговуванню гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи.	8,7	353,89		
	4	-	Розбирання окремих вузлів і агрегатів автомобіля. Слюсарно – механічні роботи	5,8	235,92		
Разом на посту 1				50	2033,85		
2	5	Зверху авто-мобіля	Всі види робіт по обслуговуванню двигуна та його системи, електротехнічні роботи. Обслуговування системи живлення.	12	488,13	1	Автослюсар IV розр.
	6	Знизу авто-мобіля	Всі види робіт по обслуговування трансмісії, рульового керування.	14	569,48		
			Всі види ремонтних робіт по обслуговуванню ходової частини, гальмівної системи.	6,7	272,54		
	7	Збоку авто-мобіля	Всі види робіт по обслуговуванню гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи.	17,3	703,71		
Разом на посту 2				50	2033,86		
Разом на постах ПР				100	4067,71	2	

- Призначення робітників різної кваліфікації (V та IV розряду) забезпечує виконання робіт різної складності.

3.2.2 Підбір технологічного обладнання

Технологічне обладнання являє собою оснастку виробничих зон АТП, призначенням якої є механізація технологічних процесів ТО і Р РС автомобільного транспорту.

Кількість основного технологічного обладнання визначається по річній трудомісткості робіт на цьому обладнанні:

$$N_{OB} = \frac{T_{OB}}{D_{p.z} \cdot t_{zm} \cdot c \cdot \eta \cdot P} \text{ (шт.)}, \quad (3.1)$$

де T_{OB} – річний обсяг робіт на даному обладнанні;

η – коефіцієнт використання обладнання, приймаємо $\eta = 0,8$;

$D_{p.z}$ – кількість робочих днів зон ТО і ПР;

t_{zm} – тривалість робочої зміни;

c – кількість змін;

P – число робітників, одночасно працюючих на даному обладнанні.

Визначимо кількість підіймачів у зоні ПР. Згідно з розрахунками в зоні ПР два пости, виходячи з технологічної необхідності і, згідно з типовими переліками обладнання для виробничих зон і дільниць АТП і СТО, приймаємо два підіймача. Але, виходячи з технологічної необхідності і, згідно з типовими переліками обладнання для виробничих зон АТП, приймаємо три підіймачі.

Прийняте технологічне обладнання зводимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 Відомість технологічного обладнання для зони ПР

Номер на плані	Номер поста (роб. місця)	Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Модель, тип	К-сть, од.	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²		Потужність, кВт
						Одиниці	Загальна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Підйомнотранспортне та підйомно – оглядове обладнання</i>								
2	–	Кран-балка	7890	1	–	–	–	5
4	I-VII	Піднімач канавний	П-201М	2	550×1040	0,06	0,18	1
<i>Основне технологічне обладнання та прилади</i>								
3	III, VI	Електрогайковерт для гайок коліс	Г – 0,3	1	400×800	0,32	0,32	0,3
5	I, II	Солідолонагнітач пересувний з електроприводом	Авто. спецобладнання	1	690×380	0,26	0,26	0,6
6	VI	Пост слюсаря авторемонтника	Р – 506	1	860×470	0,404	0,404	–

Продовження таблиця 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	<i>VI, VII</i>	Пристрій для знімання коробок передач	Авто. спецобладнання П 280	1	880×660	0,58	0,58	–
8	–	Візок для транспортування агрегатів та вузлів.	1344	1	600×500	0,3	0,3	–
1	<i>I-III</i>	Компресор	1136 B2	1	1160×380	0,44	0,44	1,7
<i>Організаційна оснастка та допоміжне обладнання</i>								
9	–	Верстак слюсарний	Самор.	1	1200×800	0,96	0,96	–
10	–	Шафа для приладів та інструменту	Самор.	2	1000×600	0,6	1,2	–
11	–	Ящик для обтиральних матеріалів	Самор.	1	500×500	0,25	0,25	–
12	–	Підставка під двигун	–	1	800×600	0,48	0,48	–
15	–	Бак для зливу моторного мастила	–	1	400×350	0,48	0,48	–
16	–	Ящик для відходів	–	2	500×500	0,25	0,5	–
13	–	Підставка для роботи в оглядовій канаві	Самор.	2	800×500	0,4	0,8	–
14	–	Перехідний місток	–	2	1200×500	0,6	1,2	–
<i>Пристрої та інструменти</i>								
–	–	Комплект зйомників для розбирально – збиральних робіт	BALOUR	1	–	–	–	–
–	–	Набір автомеханіка	И-148	1	–	–	–	–
–	–	Набір автомеханіка	И-132	1	–	–	–	–
–	–	Комплект вимірювальних інструментів	ГАРО-4	1	–	–	–	–
–	–	Динамометрична рукоятка з набором торцевих ключів	131	1	–	–	–	–
–	–	Гідравлічний знімач	–	1	728×240	0,17	0,17	–
–	–	Пристрій для видалення зрізаних шпильок	ПТ-490	1	–	–	–	–
–	–	Комплект захватів для знімання і встановлення агрегатів	462	1	–	–	–	–
Всього							8,52	2,6

3.3 Технологічне планування зони ПР

3.3.1 Розрахунок площі виробничої зони

Розміри виробничої площі визначаються орієнтовно за питомими нормами – площею, яка припадає на один пост, робоче місце або одиницю обладнання.

Для попереднього розрахунку площі зони ПР використовується така формула:

$$F_z = K_{цп} \cdot (F_a \cdot X_n + \Sigma F_{об}), \quad [m^2]; \quad (3.2)$$

де $K_{цп}$ – коефіцієнт щільності розташування постів;

F_a – площа одного автомобіля;

X_n – розрахункове число постів в зоні ПР;

$\Sigma F_{об}$ – сумарна площа виробничого обладнання, розташованого поза площею зайнятою автомобілями, m^2 ;

В умовах приватного СТО «Енергоспецсервіс» передбачається використання двох постів для обслуговування мікроавтобусів. Для моделі Mercedes-Benz Sprinter середня площа одного транспортного засобу становить $13,75 \text{ м}^2$. Площа технологічного обладнання, розташованого поза зоною розміщення автомобілів — $8,35 \text{ м}^2$. Вибраний коефіцієнт щільності становить 3,5.

Розрахунок виконується за формулою:

$$F_d = (13,75 \cdot 2 + 8,35) \cdot 3,5 = 125,5 \text{ м}^2$$

З урахуванням можливих коригувань площі при проектуванні ($\pm 10\%$), приймається площа приміщення зони ПР — 144 м^2 . Конструктивна сітка колон: $12 \times 12 \text{ м}$.

3.3.2 Архітектурно-планувальні рішення

Проектування виробничих приміщень зони ПР здійснюється з дотриманням чинних будівельних норм і вимог, що регламентують індустріалізацію спорудження промислових об'єктів. Основою слугує каркасна схема з використанням збірних залізобетонних конструкцій на уніфікованій сітці колон, яка забезпечує гнучке komponування простору.

Зона поточного ремонту розміщується в окремому приміщенні одноповерхового виробничого корпусу.

Характеристики приміщення:

- Сітка колон: 6×9 м;
- Переріз колон: 400×400 мм;
- Товщина стін:
 - внутрішні – 250 мм;
 - зовнішні – 380 мм;
- Висота приміщення – 5,4 м;
- Робоча висота – 4,8 м;
- Габарити воріт – 3×3 м;
- Висота дверей – 2200 мм;
- Ширина віконних прорізів – 2153 мм.

Внутрішнє планування приміщення здійснюється з урахуванням розміщення обладнання, зонування функціональних ділянок та оптимального просторового використання.

Вихідними принципами такого планування є:

- забезпечення ефективного доступу до обладнання;
- логічна послідовність виконання ремонтних операцій;
- оптимізація маршрутів переміщення транспортного засобу;
- дотримання вимог безпеки, ергономіки та гігієни праці.

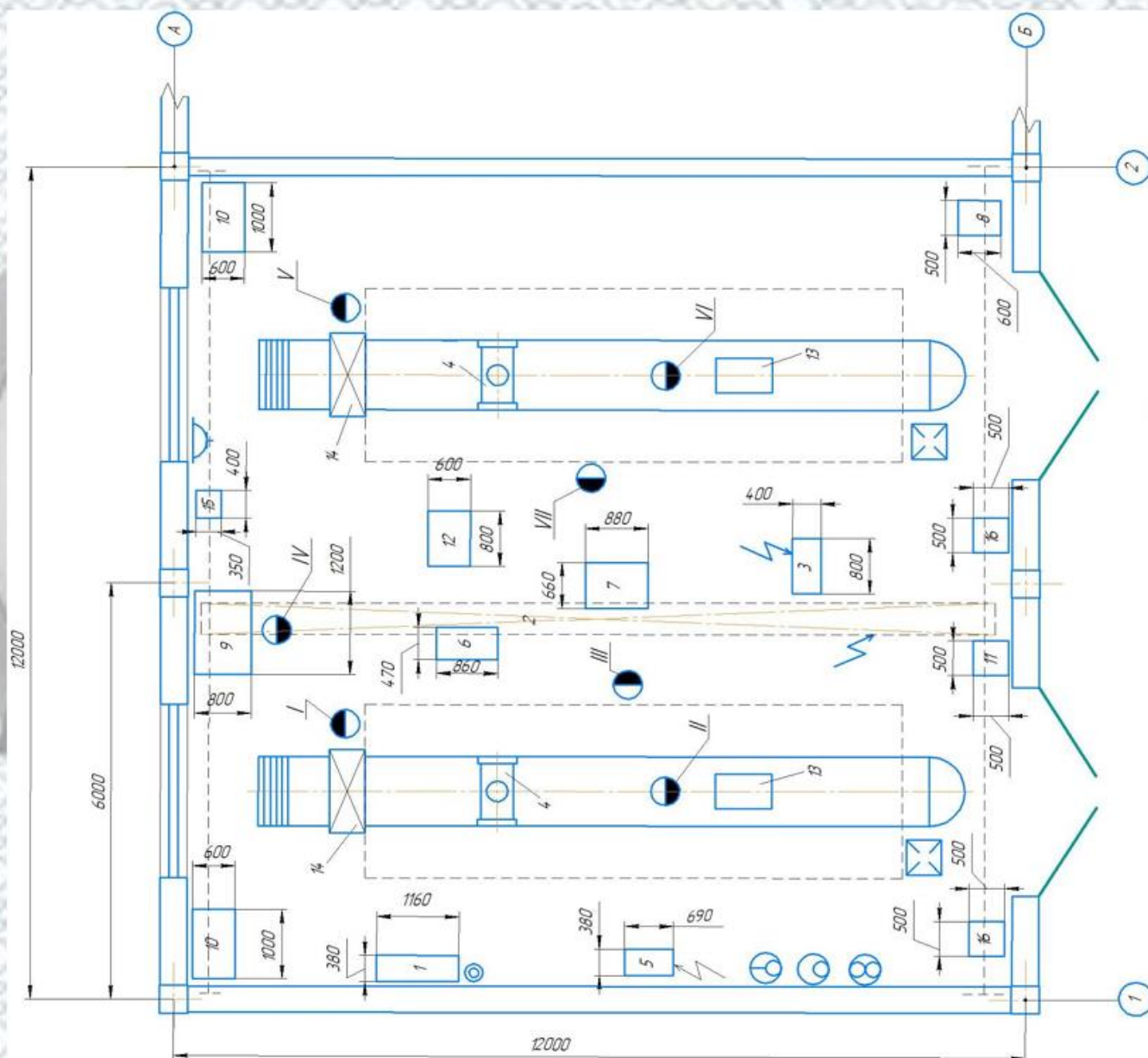
Основні вимоги до планування:

- обладнання має відповідати етапам технологічного процесу (ТО та ПР);
- між агрегатами, інструментами та транспортними засобами мають бути дотримані нормативні відстані;
- організація окремих зон: демонтажно-монтажна, діагностики, змащування, зберігання тощо.

Функціональне зонування зони ПР включає:

- в'їзну/виїзну дільницю з воротами 3×3 м;
- основну зону ПР з двома універсальними постами;
- простір для діагностичного обладнання та інструментів;
- допоміжні приміщення (комора, інструментальна, побутова кімната для персоналу).

Принципове планування зони ПР із розміщенням обладнання подано на рисунку 3.1.



Умовні позначення

- | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|
| - Споживач електроенергії | - Вентиляційний відсмоктувач | - Електрична розетка; 3 - фазна | - Стічна вода |
| - Підвід стисненого повітря | - Підвід води | - Вода | - Робоче місце |

- 1 – Компресор - 1шт.; 2 – Кран - балка - 1шт.; 3 – Електрогайковерт для гайок коліс - 1шт.;
 4 – Підіймач канавний - 2шт.; 5 – Солідолонагнітач пересувний з електроприводом - 1шт.;
 6 – Пост слюсаря авторемонтника - 1шт.; 7 – Пристрій для знімання коробок передач - 1шт.;
 8 – Візок для транспортування агрегатів та вузлів - 1шт.; 9 – Слюсарний верстак - 1шт.;
 10 – Шафа для інструменту - 2шт.; 11 – Ящик для обтиральних матеріалів - 1шт.;
 12 – Підставка під двигун - 1шт.; 13 – Підставка для роботи в оглядовій канаві - 2шт.;
 14 – Перехідний місток - 2шт.; 15 – Бак для зливу моторного мастила - 1шт.;
 16 – Ящик для відходів - 2шт..

Рисунок 3.1 – Схематичне планування рішення виробничих місць зони ПР

3.4 Розробка технологічного процесу

3.4.1 Варіантний пошук методів і способів реалізації технологічного процесу

Карданна передача мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter призначена для передавання крутного моменту від коробки передач до головної передачі заднього моста із забезпеченням компенсації змін довжини вала та кутів його нахилу при русі автомобіля. Вона складається з переднього та заднього карданних валів, проміжної опори, хрестовин, шліцьових з'єднань та кріпильних фланців.

Зважаючи на інтенсивність експлуатації, особливо у вантажопасажирських версіях мікроавтобуса, карданна передача піддається циклічним навантаженням, що може призвести до виникнення типових несправностей. Найпоширенішими є: люфт або заклинювання хрестовин, знос шліцьового з'єднання, дисбаланс валів, сторонні шуми або вібрації під час руху.

Для ефективної реалізації технологічного процесу заміни карданної передачі було проведено варіантний пошук способів її демонтажу, дефектації та встановлення з урахуванням:

- конструктивних особливостей трансмісії Mercedes-Benz Sprinter;
- наявного обладнання та інструменту на підприємстві «Енергоспецсервіс»;
- рівня кваліфікації персоналу;
- умов і обмежень, пов'язаних з габаритами ремонтної зони;
- економічної доцільності заміни компонентів вузла на нові або відновлені.

Конструкція карданної передачі передбачає з'єднання за допомогою фланців з коробкою передач і редуктором заднього моста. Центральна опора кріпиться до підрамника кузова за допомогою гумометалевих елементів, що потребують перевірки стану та, у разі виявлення тріщин або деформацій, — заміни. Усі вузли кардана з'єднані болтами, які підлягають відкручуванню лише із застосуванням фіксації валу, щоб уникнути провертання.

Типові несправності, які є основою для прийняття рішення щодо заміни карданної передачі:

- Y1 – Люфт у хрестовинах;
- Y2 – Сторонній шум під час руху на постійній швидкості;
- Y3 – Надмірна вібрація при розгоні або гальмуванні двигуном;
- Y4 – Течія мастила зі шліцьового з'єднання або пошкодження пильників;
- Y5 – Пошкодження або знос опорного підшипника.

Вибір способу усунення несправності визначається шляхом зовнішнього огляду, пробного прокручування вала, а також візуальною або вимірювальною дефектацією.

У таблиці 3.4 подано типові несправності карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter та рекомендовані способи усунення в умовах ПП «Енергоспецсервіс» (м. Калинівка Вінницької області).

Таблиця 3.4 – Вибір способів відновлення типових несправностей карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter

Вибраний спосіб відновлення працездатності	Типова несправність				
	Люфт у хрестовинах	Сторонній шум під час руху на постійній швидкості	Надмірна вібрація при розгоні або гальмуванні двигуном	Течія мастила зі шліцьового з'єднання або пошкодження пильників	Пошкодження або знос опорного підшипника
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
1	2	3	4	5	6
Демонтаж карданного валу з транспортного засобу.	•	•	•	•	•
Дефектування хрестовин; заміна зношених вузлів.	•	•	•		
Балансування карданного валу на стенді.		•	•		
Заміна пильників і ущільнювальних елементів шліцьового з'єднання.				•	
Заміна опорного підшипника або кронштейна кріплення.			•		•
Встановлення нової карданної передачі або її вузла	•	•	•	•	•

До основних типових несправностей карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter відносяться:

- Y1 – Люфт у хрестовинах: призводить до нестабільного обертання вала, шуму, втрати переданого моменту;
- Y2 – Сторонній шум: результат зношення або дисбалансу вузлів;
- Y3 – Надмірна вібрація: часто виникає через дисбаланс, зсув осі валу або знос опори;
- Y4 – Течія мастила: свідчить про несправність ущільнювальних елементів або пильників;
- Y5 – Пошкодження опорного підшипника: спричиняє гул, вібрацію та механічне зношення сусідніх вузлів.

Результати варіантного пошуку дозволили обґрунтувати найбільш ефективну послідовність дій для технологічного процесу заміни карданної передачі в умовах СТО ПП «Енергоспецсервіс» із забезпеченням якості, безпеки і мінімізації часу простою транспортного засобу.

3.4.2 Розробка і оптимізація структури технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Структура технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes – Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» (м. Калинівка Вінницької області) подана у вигляді логічної схеми (рисунок 3.3), яка охоплює повний цикл операцій від підготовки до завершальної перевірки транспортного засобу. Цей процес структуровано відповідно до вимог раціональної організації ремонтних робіт, із врахуванням технічних і трудових ресурсів підприємства.

Метою розробки та оптимізації структури є забезпечення максимальної ефективності та безпеки виконання заміни карданного валу, зменшення простоїв мікроавтобуса в ремонті, підвищення точності складання та зниження собівартості технічного обслуговування.

Структурна схема зображена на рис. 3.2.

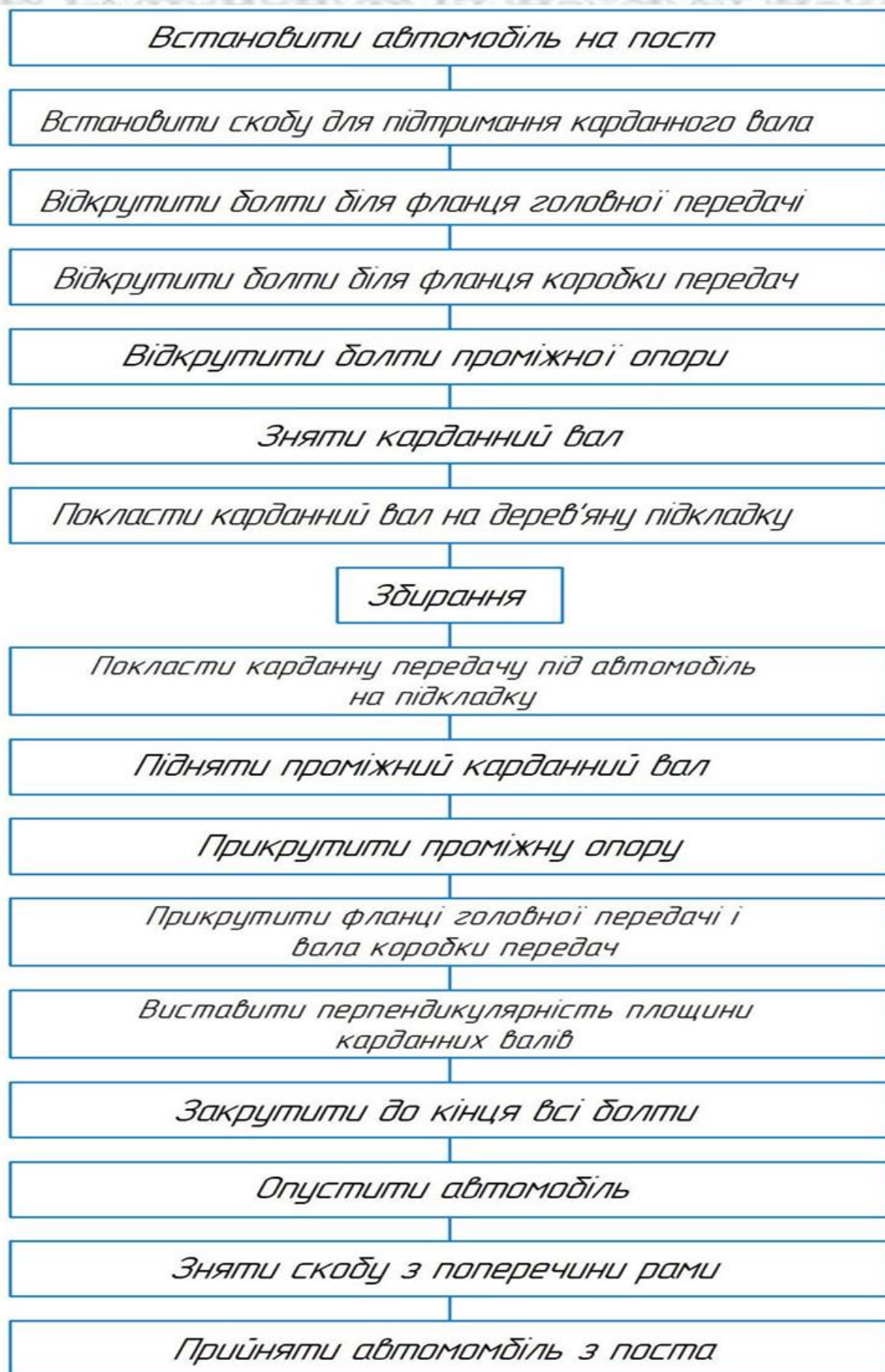


Рисунок 3.2 – Структурна схема технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Основні етапи технологічного процесу включають:

1. Підготовчо-завершальні операції

- Приймання мікроавтобуса у ремонт;
- Оформлення наряду-замовлення;
- Установка транспортного засобу на ремонтну позицію (естакаду, оглядову канаву або підйомник);
- Встановлення запобіжників від самовільного руху (колодки, фіксатори);
- Злив мастила із трансмісійних вузлів (при потребі);
- Демонтаж захисних елементів (теплових кожухів, пильовиків тощо).

2. Демонтаж карданної передачі

- Від'єднання карданного валу від фланця редуктора заднього моста;
- Відгвинчування кріплення до коробки передач або проміжного підвісного підшипника;
- Демонтаж хрестовин (у разі потреби);
- Вилучення карданного валу з-під транспортного засобу;
- Візуальний огляд стану кріплень, з'єднань і посадкових місць.

3. Дефектація та оцінка стану

- Огляд карданного валу на наявність вигинів, тріщин, розбалансування;
- Перевірка стану хрестовин, підшипників, еластичних муфт (при багатосекційній конструкції);
- Вимірювання люфтів і зазорів;
- Прийняття рішення про заміну всієї карданної передачі або її окремих елементів.

4. Підготовка до монтажу нового вузла

- Підбір нової карданної передачі згідно з OEM-каталогами;
- Перевірка маркування, балансу, відповідності довжини та конфігурації;
- Змащення шліцьових з'єднань, посадкових місць та підшипників (якщо передбачено конструкцією);

- Монтаж нових хрестовин (при постачанні у розібраному вигляді).

5. Монтаж карданної передачі

- Установка карданного валу у зворотному порядку до демонтажу;
- Фіксація фланцевих з'єднань із заданим моментом затягування (використання динамометричного ключа);
- Установка підвісних підшипників і гумових муфт (за потреби);
- Контроль точності центрування;
- Заміна болтів або гайок одноразового використання (відповідно до регламенту Mercedes-Benz).

6. Контроль і випробування

- Перевірка відсутності люфтів, сторонніх звуків під час обертання валу;
- Контроль герметичності з'єднань;
- Проведення пробного виїзду або обкатки на підйомнику з контролем роботи трансмісії під навантаженням;
- Перевірка відсутності вібрацій на різних швидкісних режимах.

7. Завершальні операції

- Установка захисних кожухів;
- Заповнення необхідної документації;
- Очищення робочого місця;
- Передача транспортного засобу клієнту.

Організаційно-технологічні особливості:

- Всі операції виконуються на окремо обладнаному посту технічного обслуговування із доступом до підйомного обладнання.
- Для демонтажу та монтажу використовується спеціалізований інструмент: знімачі хрестовин, центрувальні пристрої, пневмогайковерти, динамометричні ключі.
- До монтажу допускається персонал з кваліфікацією не нижче слюсаря-ремонтника 4 – 5 розряду.
- Ремонтні роботи виконуються згідно з технологічною картою та технічним регламентом виробника.

- Процес контролюється майстром зміни або керівником ділянки, що відповідає за якість робіт.

Висновок: Оптимізована структура технологічного процесу заміни карданної передачі дозволяє досягти:

- Стабільної якості виконання робіт з урахуванням особливостей моделі Mercedes-Benz Sprinter;
- Мінімізації часу простою автомобіля в обслуговуванні;
- Раціонального використання трудових і матеріальних ресурсів підприємства;
- Безпечної експлуатації транспортного засобу після ремонту;
- Можливості стандартизації процесу для подальшого впровадження у внутрішній регламент підприємства.

3.4.3 Розробка маршрутних технологічних карт

Технологічна документація – це нормативна база, яка регламентує послідовність, умови й вимоги до виконання технологічних процесів. Вона забезпечує організацію, контроль і ефективне управління ремонтними або виробничими роботами.

Маршрутна карта – описує покрокову послідовність операцій під час ремонту або виготовлення виробу. Вона визначає ресурси, виконавців, контрольні точки та норму трудовитрат для кожного етапу процесу.

Карта ескізів – доповнює маршрутну карту графічною інформацією про оброблювані деталі. Вона містить креслення, схеми установок і параметри обробки, необхідні для точної механічної роботи.

Технологічна інструкція – це документ, що встановлює порядок виконання типових операцій, правил використання обладнання і допусків. Він також включає норми безпеки та допустимі технологічні відхилення.

Комплектувальна карта – містить перелік усіх деталей, матеріалів та складальних одиниць, необхідних для виконання ремонту. Вона дозволяє перевірити наявність потрібних ресурсів та забезпечити комплектність робіт.

Маршрутна технологічна карта

Зміст роботи: Заміна карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Зона (дільниця, пост): Зона ПР

Число виконавців, спеціальність, розряд,: автослюсар IV розряду

Трудомісткість, люд. – хв.: 180

№ п/п	Назва операції	Номер поста (робочого місця)	Технологічне обладнання	Організаційна оснастка	Пристрої та інструменти
1	2	3	4	5	6
1	Доставка мікро-автобуса на пост	—	—	Автомобільний підйомник, упори	—
2	Огляд карданної передачі та вузлів з'єднання	I	—	Лампа, піддон, ганчір'я	Викрутка, щітка металева
3	Демонтаж карданної передачі	II	Підйомник	—	Набір гайкових ключів, викрутки, ломик
4	Промивання, дефектація карданного вала	I	Ванна для миття	Обтирочний матеріал	Шаблони, індикатор годинникового типу
5	Перевірка хрестовин на люфт та зношення	I	—	—	Важіль, щуп, індикатор
6	Заміна карданного вала (або вузлів) на новий	II	—	Слюсарний верстак	Ключі, динамометричний ключ
7	Монтаж нової карданної передачі на Т.З.	II	Підйомник	—	Ключі, кріпильні елементи
8	Центрування кардана, перевірка на биття	II	—	—	Індикатор, мітки фарбою
9	Перевірка кріплень, мастила, зазорів	II	—	—	Динамометричний ключ, щуп
10	Тестування роботи трансмісії під час руху	III	Ділянка дорожніх випробувань	—	Стетоскоп, тестова карта
11	Оформлення документації, запис у журнал ТО	I	ПК, технічна документація	—	—

Особливості маршрутної карти для карданної передачі

- Конструкція карданного вала мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter передбачає точне позиціонування фланців та балансування, що вимагає суворого дотримання монтажних параметрів.
- При заміні вузлів обов'язково дотримуватись моментів затяжки болтів, вказаних у технічній документації виробника.

- Для забезпечення безпечної експлуатації після заміни карданної передачі необхідно здійснити контрольне дорожнє випробування для перевірки відсутності вібрацій.

Візуальна схема маршрутної технологічної карти являє собою лінійну або сіткову послідовність блоків (операцій), з'єднаних стрілками, що ілюструють напрямок виконання робіт. Кожен блок відповідає окремій технологічній операції ремонту агрегата й містить коротку інформацію про зміст операції, номер поста, необхідне обладнання та інструменти.

На схемі також можуть бути позначені:

- Пости або робочі місця (підпис або умовні позначення);
- Контрольні точки (наприклад, індикатором у вигляді ромба – «КТ1: перевірка люфтів»);
- Виконавці або рівень кваліфікації (як додаткові примітки).

Візуальна схема маршрутної технологічної карти для заміни карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter представлена у вигляді лінійної послідовності 10 основних операцій з вказанням контрольних точок, відповідальних виконавців, та використаного інструменту. Вона дозволяє наочно оцінити етапи та логіку ремонту, забезпечити злагодженість дій персоналу, а також реалізувати систему контролю якості та трудомісткості робіт.

Висновок: Маршрутна технологічна карта для заміни карданної передачі є важливим елементом технологічного процесу, що дозволяє систематизувати дії персоналу, гарантувати якість та безпечність виконаних робіт, особливо в умовах приватного СТО. Її розробка забезпечує мінімізацію помилок, ефективне планування часу та ресурсів, а також служить основою для технічного навчання персоналу.

3.5 Розробка і удосконалення операційної технології

3.5.1 Удосконалення та алгоритмізація технологічних операцій

Операційна технологія є деталізованим етапом розробки технологічного процесу, який зосереджений на конкретному робочому посту автосервісу.

Основною метою є оптимізація кожної операції з ремонту або заміни шляхом визначення послідовності дій, часу виконання і відповідальних виконавців. Такий підхід ґрунтується на маршрутній технології обслуговування і дозволяє підвищити якість, швидкість і безпеку виконання робіт.

Алгоритмізація операцій передбачає формалізацію дій слюсаря з використанням блок-схем, логічних послідовностей і технічних карт. Це дозволяє забезпечити уніфікацію процесу заміни карданної передачі, повторюваність технологічних рішень, а також знизити ймовірність виникнення помилок чи дефектів під час виконання робіт.

У практиці заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» м. Калинівка основними симптомами несправностей виступають:

- сторонні шуми при русі (особливо під навантаженням);
- вібрація на швидкості;
- ривки або стуки при перемиканні передач;
- сліди мастила на елементах карданної передачі;
- надмірний люфт або деформації карданного валу.

Такі ознаки зазвичай виявляються під час контрольного заїзду, візуального огляду на естакаді чи підйомачі або під час проведення діагностики з використанням пристроїв типу КИ–8902А (перевірка биття) та КИ–4832 (вимірювання кутового зазору). Зафіксовані дефекти обліковуються в журналі обліку технічного стану транспортного засобу та оформлюються через дефектну відомість.

У випадку необхідності заміни карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter:

- автомобіль встановлюється на ремонтному посту, обладнаному двостійковим підйомником;
- з використанням упорів здійснюється фіксація коліс;
- проводиться демонтаж карданного валу згідно з затвердженим технологічним процесом;
- у разі потреби замінюються також хрестовини, підшипники, опора проміжного вала;

- після зняття старого валу проводиться встановлення нового карданного валу із дотриманням моментів затягування з'єднань;
- здійснюється балансування (за потреби), перевірка обертових частин на люфти, шум і герметичність;
- в кінці виконується контрольний заїзд з перевіркою на відсутність вібрацій і стуків.

Таким чином, удосконалення та алгоритмізація операцій у рамках даного технологічного процесу забезпечують зменшення трудомісткості робіт, стабільну якість виконання та підвищення загальної продуктивності автосервісу.

3.5.2 Розробка операційних та постових технологічних карт

Для чіткої регламентації ремонтних робіт та дотримання технологічної дисципліни застосовуються такі основні види технологічних карт:

- Операційна технологічна карта – документ, що містить детальний опис технологічної операції, включаючи послідовність виконання переходів, вимоги до технологічного оснащення, режими обробки, витрати часу, трудомісткість та засоби контролю. Розробляється для кожної операції, особливо в умовах серійного та масового ремонту.

- Карта технологічного процесу – документ, який фіксує повну послідовність виконання всіх технологічних операцій і переходів під час виготовлення або ремонту виробу. Містить дані про обладнання, режими, матеріали та трудові нормативи.

- Постова карта – форма операційної карти, орієнтована на конкретний пост або ділянку ремонтного процесу. Забезпечує персонал інструкціями щодо конкретного етапу технологічного процесу.

Карданна передача мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter складається з переднього і заднього карданного валу, проміжної опори та вузлів з'єднання з трансмісією. Під час експлуатації даний вузол зазнає значних динамічних навантажень, що може призвести до виникнення дефектів. Основні несправності карданної передачі включають:

- скручування труби карданного валу (більше 3°),
- спрацювання шліцьових з'єднань,
- деформацію валу,
- люфти в підшипниках хрестовини,
- дисбаланс,
- пошкодження проміжної опори.

Виявлення несправностей

Ознаками несправностей карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter є:

- шум або вібрація під час руху – свідчить про дисбаланс, деформацію валу або зношення підшипників;
- стукіт при русанні або перемиканні передач – результат люфту в шліцьовому з'єднанні чи хрестовинах;
- вібрації на певних обертах – можуть бути викликані деформацією або розбалансуванням вала.

Для контролю технічного стану карданної передачі застосовують:

- Пристрій КИ-8902А – для вимірювання биття вала;
- Пристрій КИ-4832 – для визначення кутового зазору шліцьового з'єднання.

Допуски до заміни – це **Карданний вал підлягає заміні у випадку:**

- перевищення кутового люфту $> 0,35$ мм,
- люфт у підшипнику опори проміжного карданного валу $> 1,0$ мм,
- значного зносу хрестовин та шліцьових з'єднань.

Технологічна карта операцій із заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Умови виконання: пост технічного обслуговування приватного підприємства «Енергоспецсервіс», м. Калинівка

Необхідне обладнання: підйомник, упори під колеса, ключі, динамометричний ключ, пристрої КИ-8902А, КИ-4832, змащувальні матеріали

Склад бригади: 1–2 слюсаря з ремонту автомобілів

Тривалість операції: ~1,5–2 години.

Операційна технологічна карта №1

Зміст роботи: Заміна карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Підприємство: ПП «Енергоспецсервіс», м. Калинівка Вінницької області

Зона (дільниця, пост): Зона ПР (Пост поточного ремонту «трансмисії»)

Трудомісткість, люд. – хв.: 105

Число виконавців, спеціальність, розряд: Один автослюсар IV розряду.

№ п/п	Назва переходу	Обладнання, інструмент	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4
1	Встановити автомобіль на підйомник, зафіксувати упорами	Підйомник, упори	Встановити стійко, ручне гальмо затягнути
2	Підняти авто, підставити фіксатори під задній міст	Фіксатори, домкрати	Безпека! Працювати лише зі встановленими фіксаторами
3	Провести візуальний огляд карданної передачі	Ліхтар, маркер	Позначити положення фланців для збереження балансування
4	Відкрутити болти з'єднання карданного валу з редуктором заднього моста	Ключ на 18/19, проникаюча рідина	Болти М14×1,5×30, використовувати моментне зусилля при зворотному складанні
5	Від'єднати кардан від редуктора, зафіксувати	Ломик, тримач-скоба	Вал не повинен висіти на підвісному підшипнику
6	Відкрутити кріплення підвісного підшипника до кузова	Ключ на 17, тріщітка	Болти М12, при зворотному складанні затягнути моментом 55 Н·м
7	Зняти карданний вал повністю	Помічник або лебідка	Вал досить довгий – працювати обережно
8	Оцінити стан шарнірів, хрестовин, підшипника	Діагностичний стенд, огляд	При потребі – заміна компонентів
9	Встановити новий (або відремонтований) карданний вал	Підйомна скоба, дерев'яна підкладка	Фланці сумістити за маркуванням
10	Закріпити підвісний підшипник	Ключ, динамометричний ключ	Не перетягнути кріплення
11	З'єднати кардан з редуктором заднього моста	Болти М14×1,5×30	Використовувати нові шайби, дотримуватись моменту затягування
12	Опустити автомобіль з підйомника	Підйомник	Контрольний огляд знизу
13	Провести пробний заїзд для перевірки відсутності вібрацій і шумів	—	Діагностика завершена, запис у журнал

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці в зоні, де відбувається технологічний процес заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області.

При виконанні діагностування на робітників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори. До них належать:

- наявність в повітрі робочої зони шкідливих аерозолів та газів;
- застосування високих напруг;
- підвищений рівень вібрації і шуму;
- наявність теплового випромінювання.

Психофізіологічні: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження (монотонність роботи, емоційні перевантаження).

Організація та проведення робіт на дільниці, розташування та експлуатація устаткування повинні відповідати Правилам з техніки безпеки і виробничої санітарії при проведенні робіт.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат нормується в залежності від категорії робіт та періоду року, від того постійне чи непостійне робоче місце. Параметри мікроклімату та гігієнічні нормативи в робочій зоні нормуються згідно [13]. Цей стандарт встановлює санітарно-гігієнічні заходи до показників мікроклімату. Параметри мікроклімату наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура					Відносна вологість %		Швидкість руху пов.	
		Оптимальна	Допустима верхня		Допустима нижня		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Пост. роб. місце	Непост. роб. місце	Пост. роб. місце	Непост. роб. місце				
Холодн.	Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	≥0,4
Теплий	Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5

Категорія робіт Пб – енерговитрати 200-250 ккал/год (233-290Вт). Норми інтенсивності теплового опромінення беремо з [13] (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 - Норми інтенсивності теплового опромінення

Відсоток опромінення поверх тіла людини	Більше 50	25-50	Менше 25
Допустима інтенсивність теплового опромінення, Вт/м ²	35	70	100

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлених норм.

Для вилучення шкідливих викидів від місць їх виникнення необхідно встановити місцеві відсмоктувачі. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загальнообмінної. Забороняється працювати у виробничих приміщеннях де виділяються шкідливі речовини при несправній або відключеній вентиляції.

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони згідно з [13] приведені в табл. 4.3.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції слід розташовувати на відстані від приймальних пристроїв не менше 10 м по горизонталі, або 6 м по вертикалі при цьому горизонтальній відстані менше 10м. Викиди із систем місцевих відсмоктувачів слід розміщувати на висоті не менше 2 м над найвищою точкою кривлі, а викиди аварійної вентиляції – не менше 3 м від рівня землі.

Таблиця 4.3 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Дизельне паливо	100	4	П
Сірчана кислота	12	A	A
Сvineць та його неорганічні з'єднання	0,01	1	A

Кількість повітря, необхідного для розчинення шкідливих аерозолів до ГДК при повинна бути не менше 38700 м³/кг при швидкості руху створюваного місцевими витягами $\geq 1,3$ м/с. У приміщенні використовується приточно-витяжні системи вентиляції й місцеві витяги. Повітроводи повинні систематично очищатися від пилу, щоб кількість зваженого в повітрі й осілого пилу не могли створити вибухонебезпечні повітряні суміші в об'ємі більш 1% від об'єму приміщення.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані опаленням та загальнообмінною вентиляцією відповідно до вимог [14], ВСА 01-90; забезпечувати стан повітря згідно з [13].

Для обігріву і створення у приміщеннях показників мікроклімату повинно застосовуватись опалення. Передбачається парова система опалення, яка повинна забезпечувати рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання або вимикання, зручність у експлуатації і доступ до ремонту.

4.2.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до [15] розряд зорової роботи V, підрозряд «в». Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5,0 включно	V	в	малий	світлий	-	200	3	1,8

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.3 Вібрації та шум

Джерела шуму та вібрації являються автомобілі, які рухаються по зоні діагностування, працюючі ДВЗ та інші агрегати автомобіля, компресори, вентиляційні системи.

Шум та вібрація погіршують умови праці, викликають шкідливу дію на організм людини, та сприяють виникненню травматизму й приводять до зниження якості обслуговування автомобілів, тому необхідно приділяти належну увагу до контролю рівня шуму та вібрації в зоні діагностування й захисту від їх шкідливої дії [16, 17].

Допустимі значення вібрації вказані в таблиці 4.4, шуму – в таблиці 4.5.

Таблиця 4.4 – Допустимі значення вібрації

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Значення	Нормативні коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
				Віброприскорення		Віброшвидкість	
				a_n , м/с ²	L_{an} , дБ	$V_n \cdot 10^{-2}$, м/с	L_{V_n} , дБ
1	2	3	4	5	6	7	8
Локальна	–	X_d, Y_d, Z_d	Нормативне	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип «а»	X_0, Y_0, Z_0	Нормативне	0,10	100	0,20	92

Таблиця 4.5 – Допустимі значення шуму

Значення	Рівні звукового тиску, дБ, і активні полоси, з середньо геометричними, Гц									Рівні звука і еквівалентність рівня звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативні	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В зоні діагностування рівні шуму та вібрації знаходяться в допустимих межах і загрозу здоров'я працюючих не створюють, це було досягнуто такими заходами:

- в якості акустичних засобів захисту від шуму були застосовані звукопоглинальне облицювання та малOSHумні технологічні процеси;
- в якості засобів захисту необхідно проводити організаційні заходи, які включають контроль за монтажем обладнання, правильною експлуатацією, своєчасним і якісним планово-попереджувальним обслуговуванням і ремонтом.

4.3 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Виробничі приміщення діляться на 3 категорії. Діагностування відбувається у приміщеннях I категорії.

Вимоги до приміщення дільниці.

а) Приміщення, у якому розміщується робоче місце, повинно бути з щільними не протікаючими стелями. Підлоги варто робити непильними (метлахська плитка). Стіни - покриття олійною фарбою світлих тонів. Комунікації бажано робити схованими чи офарблювати олійною фарбою.

б) Приміщення повинне бути обладнане загальною приточно - витяжною вентиляцією. Повітресбірники приточної вентиляції повинні бути постачені пиловловлюючими фільтрами.

в) Загальне висвітлення бажане здійснювати газорозрядними лампами. Освітленість не менш 3000 лк.

г) Установка устаткування повинна дозволяти проведення вологого прибирання приміщення не рідше 3-х раз у тиждень.

На дільниці є аптечка першої медичної допомоги, умивальник для миття рук.

До роботи на дільниці повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає пристрій і роботу установки, що комплектує устаткування, електроживлення, вакуумних вимірів, а також технологічний процес.

Вентиляція, що відсмоктує, повинна бути постачена пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Профілактичне очищення стінок камери робити пилососом і металевою щіткою.

Паління в таких приміщеннях забороняється.

У приміщеннях, де виробляються роботи, необхідно мати засоби для гасіння пожежі - вогнегасники ОУ - 5 (не менш 2-х шт.).

Для забезпечення умов безпеки роботи і для запобігання неправильних дій обслуговуючого персоналу, що можуть привести до аварії і виходу з ладу устаткування, передбачені блокування.

Додаткові заходи безпеки при роботі з конкретними матеріалами повинні бути зазначені у відповідних технологічних інструкціях з нанесення визначених видів покриття та пайки.

Кожен споживач зобов'язаний (у залежності від конкретних умов) розробити свою інструкцію з техніки безпеки.

4.3.1. Електробезпека

За ступінню електробезпеки дільниця відноситься до категорії особливо небезпечних умов по ураженню людей електричним струмом.

У обладнанні застосовуються електродвигуни, які живляться від 3-х фазної 4-х провідної мережі $U=380\text{В}$, $\gamma=50\text{Гц}$. Згідно ПУЕ-86 приміщення відноситься до особливо небезпечних, так як є наявність 2-х умов таких приміщень:

- струмопровідна підлога(залізобетон)
- можливість однозначного дотику людини до об'єктів, які з'єднані з землею, побудов і до металічних частин електрообладнання.

Для захисту від ураження струмом передбачено занулення обладнання із заземленням – нейтралі.

4.4 Технічні рішення з пожежної безпеки

Роботи повинні проводитися у відповідності зі [18, 19], з типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств.

Категорії виробництв по пожежній небезпеці [19] варто приймати по спеціальних відомчих переліках, затверджених міністерствами у встановленому порядку.

Таблиця 4.4 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у год.) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см.) для даного ступеня вогнестійкості будівель

Ступінь вогнестійкості	Стіни				Колони	Сходчаті площадки і клітки, косоури	Плити, настили інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі	Самонесічі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі				Плити, настили, прогони	Балки, ферми, арки, рами
Па	1/0	0,5/0	0,25/40	0,25/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

Цехи і ділянки, де ведуться роботи з діагностування транспортних засобів, відносяться до категорії Г виробництв по пожежній і вибуховій небезпеці. Кількість вогнегасників і інших первинних засобів пожежегасіння для таких цехів і ділянок повинне вибиратися відповідно до зазначених вище Типовими правилами. Приміщення повинні бути побудовані з елементів конструкцій по IV категорії протипожежної безпеки (протипожежна стійкість не менш 2 год.).

Місця, відведені для установки устаткування повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менш 5 м.

Таблиця 4.5 – Ступінь вогнестійкості, допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі

Категорія будівлі	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного		
			Одноповерхових	Багатоповерхових	
				2 поверхи	3 і більше
Г	6	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.

Найбільш прийнятним способом пожежегасіння для проектуємої ділянки є спосіб розбавлення. Він полягає у тому, що при концентрації кисню у повітрі до 14-18% горіння припиняється. Досягається це за рахунок введення в повітря інертних газів, головним чином вуглекислого. Вуглекислим газом можна гасити все, включаючи електроустановки, що знаходяться під напругою. Для пожежегасіння використовують рідку вуглекислоту. В якості ручних вуглекислотних вогнегасників застосовуються ОУ-2, ОУ-5 та ОУ-8.

За рекомендаціями технічних вимог з експлуатації установки в приміщеннях, де відбуваються роботи, необхідно мати вогнегасники ОУ-5 в кількості не менше 4 шт.

Відстань до евакуаційних виходів для категорії приміщень Г та III ступеня вогнестійкості не обмежується густиною людського потоку в загальному проході. Ширина шляхів евакуації у світлі повинно бути не менше їм, дверей - не менше 0,8 м. Висота проходу на шляхах евакуації повинна бути не менше 2м.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження конструкції, технічних особливостей і процесу технічного обслуговування карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter, що експлуатується приватним підприємством «Енергоспецсервіс» у місті Калинівка Вінницької області.

У роботі проаналізовано конструкцію карданної передачі даного транспортного засобу, основні вузли, призначення кожного з елементів, особливості кріплення і взаємодії з іншими агрегатами трансмісії. Детально вивчено можливі несправності карданної передачі, включаючи зношення хрестовин, люфт у з'єднаннях, деформацію трубчастого вала, появу вібрацій, шумів та втрату балансування під час руху автомобіля.

На основі вивчення типових технічних проблем розроблено технологічний процес заміни карданної передачі. Процес містить чіткий перелік технологічних переходів, які включають: підготовку автомобіля до обслуговування, зняття несправної карданної передачі, перевірку та заміну необхідних деталей, встановлення нової карданної передачі, контрольне затягування кріплень і фінальну перевірку. Особливу увагу приділено правильному застосуванню інструментів (ключі, скоби, домкрати, підставки) та дотриманню послідовності операцій, що забезпечує точність і безпеку виконання робіт.

Розроблено операційну технологічну карту, яка містить докладний опис кожного переходу з відповідним інструментом, технічними вимогами, розмірами кріплень та специфікою виконання. Такий підхід дозволяє підвищити стандартизацію ремонту, скоротити тривалість робіт та зменшити вплив людського чинника на результат.

Розраховано трудомісткість виконання ремонтних робіт та здійснено підбір необхідного устаткування і оснащення, відповідного умовам приватного автосервісу. Уточнено вимоги до кваліфікації персоналу, що виконує заміну карданної передачі. Надано рекомендації щодо організації робочого місця, що

включають розміщення інструменту, безпечне встановлення автомобіля на підйомник, застосування підставок та скоб, а також дотримання заходів охорони праці та техніки безпеки під час проведення ремонтних робіт.

Здійснено оцінку ефективності впровадження розробленого технологічного процесу в умовах ПП «Енергоспецсервіс». Встановлено, що впровадження оптимізованого процесу дозволяє зменшити витрати часу на заміну карданної передачі до 1,5 разів у порівнянні з типовими методами, зменшити ймовірність повторного звернення з тією ж несправністю, а також підвищити загальну якість технічного обслуговування транспортних засобів на підприємстві.

Таким чином, у межах виконаної бакалаврської кваліфікаційної роботи досягнуто всіх поставлених цілей:

- здійснено технічний аналіз конструкції карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter;
- розглянуто особливості її експлуатації в умовах реального підприємства;
- розроблено повноцінний технологічний процес заміни агрегату, включно з операційною картою;
- обґрунтовано технічні та організаційні рішення, спрямовані на підвищення ефективності виконання робіт;
- запропоновано конкретні заходи з охорони праці та підвищення безпеки робіт.

Запропоновані технічні рішення можуть бути успішно впроваджені не лише на підприємстві «Енергоспецсервіс», а й на інших аналогічних СТО, які обслуговують мікроавтобуси даного класу. Це сприятиме покращенню технічного стану транспортних засобів, продовженню їх експлуатаційного ресурсу та зниженню витрат на ремонт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біліченко В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, В. В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 172 с.
2. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: Робочі процеси та елементи розрахунку. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 266 с.
3. Кукурудзяк Ю.Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник МОН / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк. - Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. - 336 с.
4. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова і експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2006. – 400 с.
5. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
6. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
7. Методичні вказівки до виконання бакалаврських дипломних робіт для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» [Електронний ресурс] / уклад.: С. В. Цимбал, Є. В. Смирнов, Ю. Ю. Кукурудзяк – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 57 с.
8. Митко М. В. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Митко Микола Васильович. – К., 2019. – 251 с.
9. М.В. Митко. Методика визначення потреби в запасних частинах для автосервісних підприємств . [Електронний ресурс] / Митко М.В., Козійчук В.В., Кутник В.О. // Матеріали XIII-ої Міжнародної науково-технічної інтернетконференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15-17 квітня 2025 року : збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.] – Вінниця: ВНТУ, 2025. – С. 248-251.
10. Митко М. В., Савін Ю.Х., Полив'янчук А.П. Рекомендації щодо організації виконання постових робіт з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів на приватних автобусних підприємствах. [Текст] / Митко М. В., Савін Ю.Х., Полив'янчук А.П // Електронний науковий журнал "Наукові праці Вінницького національного технічного університету". Вінниця: ВНТУ, – (1) 2025. – С. 1-13.
11. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с.
12. Савін Ю. Х., Митко М. В. Сучасні відстані при обслуговуванні та ремонті автомобілів за кооперацією на підприємствах автосервісу [Текст] / Ю. Х. Савін, М. В. Митко // Вісник Національного транспортного університету. – 2024. – № 1. – С. 142-153.

13. ДНАОП 0.00-1.28-97.
14. СНіП II-90-81.
15. СН 245-71.
16. СНіП 2.04.05-91.
17. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
18. ДСТУ-Н Б А.3.2.1:2007.
19. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
20. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
21. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
22. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
23. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
24. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
25. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
26. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

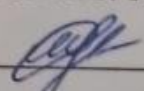
ДОДАТКИ

Додаток А
Ілюстративна частина

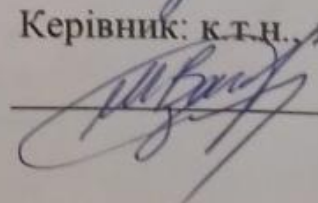
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Ілюстративна частина
до бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему:
“Розробка технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса
Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс»
місто Калинівка Вінницької області”

Розробив: ст. гр. 1АТ-23мсз

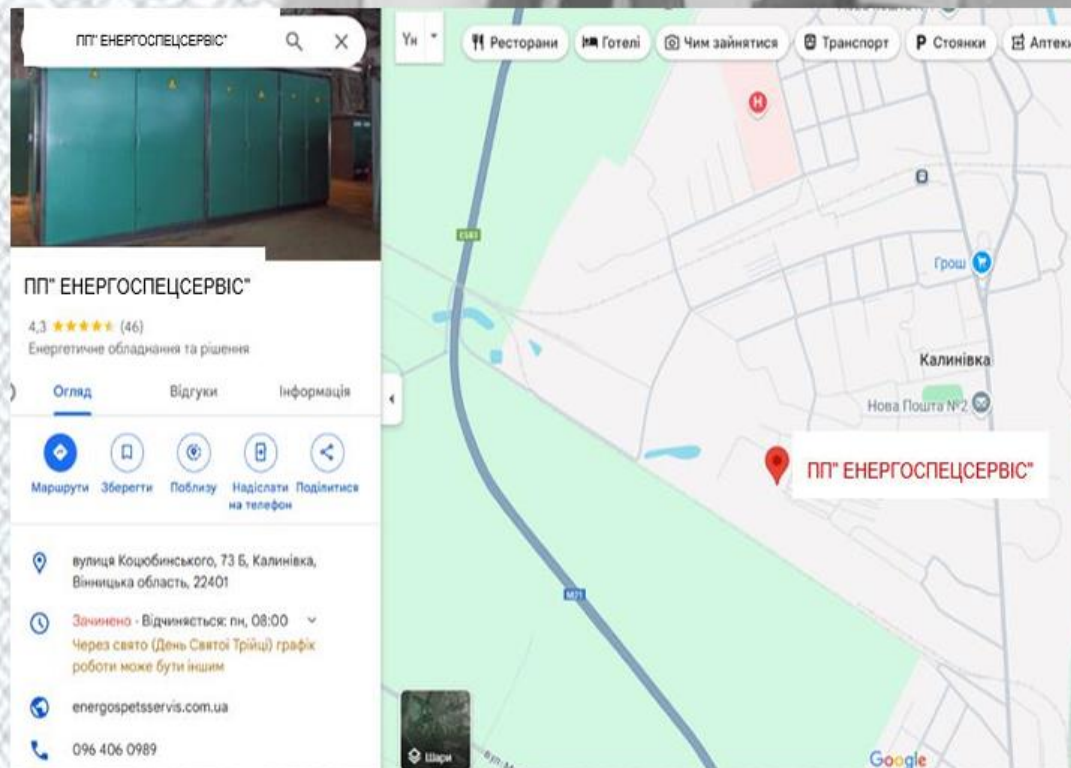
 Мусієнко Д.А.

Керівник: к.т.н., доцент,

 М.В. Митко

Приватне підприємство «Енергоспецсервіс» (скорочено – ПП «ЕНЕРГОСПЕЦСЕРВІС») зареєстроване як юридична особа 29 грудня 2004 року та успішно функціонує на ринку понад 20 років. Підприємство зареєстроване у Єдиному державному реєстрі юридичних осіб за кодом ЄДРПОУ 33221141.

Розмір статутного капіталу становить 220 200,00 грн. Юридична адреса підприємства: 22401, Вінницька область, м. Калинівка, вул. Коцюбинського, 73-Б (рисунок А.1). Контактний телефон: +38 (04333) 2-22-30.



**Рисунок А.1 – Місце знаходження ПП «Енергоспецсервіс»
місто Калинівка Вінницької області**

**Таблиця А.1 – Склад транспортного автопарку ПП
«Енергоспецсервіс»**

№ з/п	Найменування транспортного засобу	Модель / марка	Рік випуску	Кількість, шт.	Середній пробіг, тис. км
1	Вантажівка-самоскид	DAF CF 86.410	2011	2	190
2	Вантажний сідловий тягач	MAN TGX 18.500	2017	2	290
3	Вантажний сідловий тягач	Renault Magnum 430	2006	2	275
4	Вантажівка-фургон	Renault Midlum 180	2002	1	195
5	Легкий вантажний автомобіль	Mercedes-Benz Sprinter	2009	3	180
Всього				10	225

Трансмісія з карданною передачею – це система агрегатів і механізмів, призначена для передавання крутного моменту від двигуна внутрішнього згоряння до ведучих коліс, зазвичай задніх, через проміжні елементи, серед яких ключову роль відіграє карданний вал. Така трансмісія забезпечує зміну величини, напрямку і розподілу крутного моменту відповідно до умов руху автомобіля.

На рисунку А.2 та А.3 зображено загальну схему трансмісії Т.З. 4×2 (класичного типу), яка конструктивно використовується у задньопривідних автомобілів з колісною формулою 4×2.

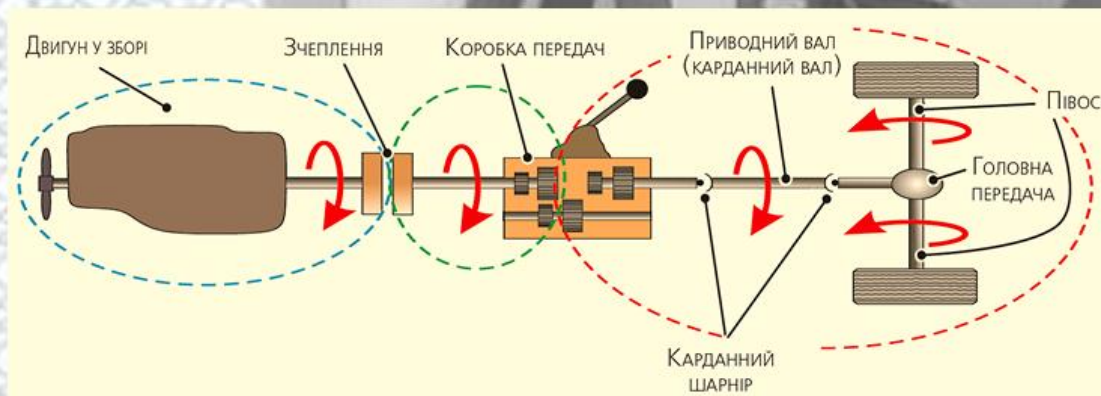


Рисунок А.2 – Схема трансмісії автомобіля 4×2 (класичного

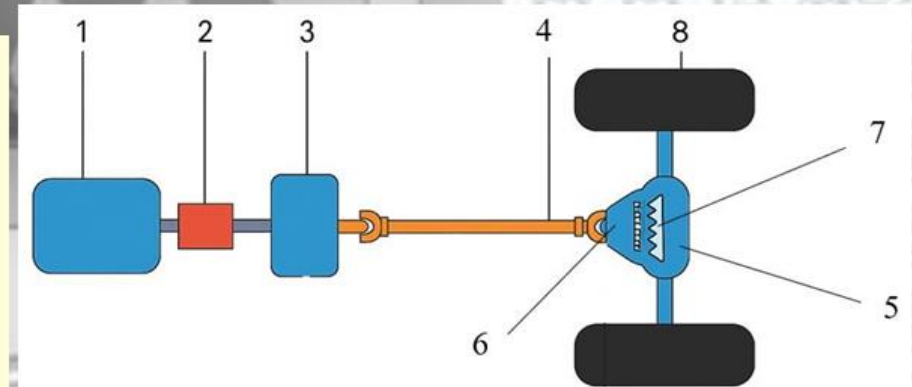


Рисунок А.3 – Загальна схема трансмісії з карданною передачею, яка включає наступні елементи:

1 – двигун; 2 – зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – карданна передача (карданний вал з шарнірами рівних кутових швидкостей); 5 – ведучий міст; 6 – головна передача; 7 – диференціал; 8 – півосі.

Карданна передача є характерною ознакою трансмісій автомобілів з заднім приводом або повним приводом (4×2, 4×4, 6×6 тощо), коли коробка передач і головна передача розміщені на значній відстані одна від одної. Основною її функцією є передача обертального моменту між двома валами, що розміщені під змінним кутом, із компенсацією коливань та переміщень елементів трансмісії під час руху автомобіля.

Карданна передача – проміжний механізм, що складається з одного або кількох карданних валів, обладнаних шарнірами. Шарніри дають змогу передавати момент при змінному положенні мостів щодо кузова (наприклад, через роботу підвіски), зберігаючи рівномірність обертання.

Карданні вали виготовляють з високоміцної сталі, і вони повинні мати добру динамічну балансування для запобігання вібраціям. Часто використовуються двохопорні вали зі з'єднувальною проміжною опорою.

Приклади сучасних моделей автомобілів з карданною передачею і головною передачею гіпоїдного типу:

1. **Toyota Land Cruiser 300** – класичний позашляховик з потужною задньою гіпоїдною головною передачею, карданною передачею та диференціалами підвищеного тертя (Torsen, LSD).
2. **Ford Ranger Raptor** – сучасний пікап, оснащений посиленою гіпоїдною передачею заднього моста для підвищеної витривалості в умовах бездоріжжя.
3. **Mercedes-Benz G-Class (W463)** – повнопривідний автомобіль із роздаткою, карданными валами та редукторами з гіпоїдними передачами.
4. **MAN TGS (вантажний автомобіль)** – використовує потужні гіпоїдні головні передачі на задньому та передньому мостах, передаючи момент через карданні вали.
5. **IVECO T-Way 6×6** – важка вантажівка для будівництва з карданными передачами та потужними гіпоїдними головними передачами на всіх осях.

Таблиця А.2 – Класифікація типів головних передач у трансмісіях із карданною передачею

№	Тип головної передачі	Конструктивні особливості	Переваги
1	Циліндрична	Ведуча і ведена шестерні – циліндричні	Простота, дешевизна
2	Конічна	Передача під кутом 90°; конічні шестерні	Простота, доступність
3	Гіпоїдна	Зміщення осей; зубці розміщені косо	Плавність ходу, тиша, витривалість
4	Центральна подвійна	Дві пари шестерень у корпусі	Рознесення навантаження, краща балансировка
5	Черв'ячна	Ведучий елемент – черв'як, ведений – колесо	Тиха робота, високий коефіцієнт редукції
6	Планетарна (інтегрована)	Складна багатозубчаста схема з сателітами	Компактність, велике передатне число

У конструкції **Sprinter** застосовано двосекційний карданний вал, будова якого зображено на рисунку А.4, що включає в себе: передній карданний вал; проміжну опору; задній карданний вал; три карданні шарніри (з хрестовинами); шліцьове ковзне з'єднання.

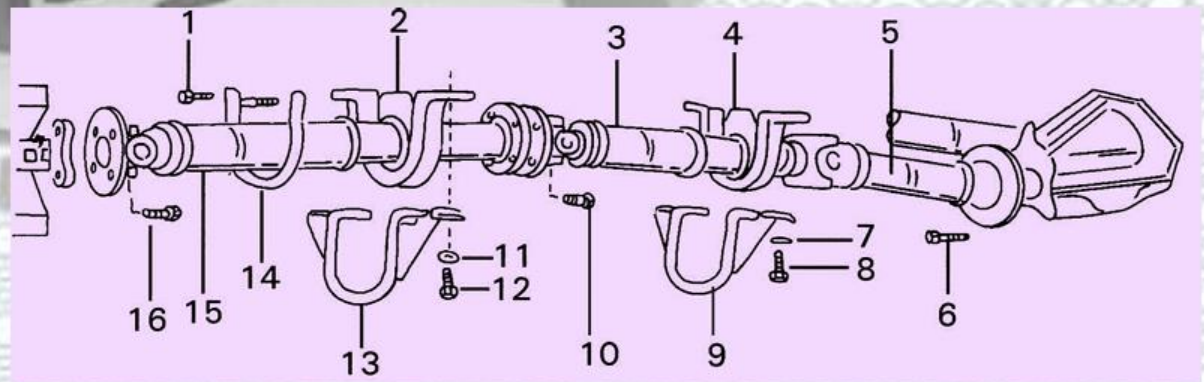


Рисунок А.4 – Будова карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter:

1 – шестигранний болт, 85-90 Н · м; 2 – проміжна опора переднього валу; 3 – середній вал; 4 – проміжна опора заднього валу; 5 – задній вал; 6 – болт кріплення карданного валу; 7 – шайба; 8 – шестигранний болт, 85-90 Н · м; 9 – страхувальна скоба проміжної опори; 10 – болт карданного валу, 60-65 Н · м; 11 – шайба; 12 – болт, 85-90 Н · м; 13 – страхувальна скоба проміжної опори; 14 – страхувальна скоба; 15 – передній вал; 16 – болт кріплення карданного валу

Таблиця А.3 – Типові відмови та несправності карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter і способи їх усунення

№	Відмова / Несправність	Ознака / Спосіб виявлення	Можливі причини	Спосіб усунення
1	2	3	4	5
1	Стукіт у карданній передачі	При рушанні з місця або зміні передач	Послаблення болтів кріплення; знос шліцевого з'єднання; люфт у підшипниках шарнірів	Перевірити кріплення, затягнути болти; за наявності зносу — замінити деталі
2	Вібрація карданного вала	Відчувається на кузові під час руху	Дисбаланс вала; деформація; знос хрестовини	Балансування вала, заміна деформованих або зношених елементів
3	Шум у зоні проміжної опори	Підвищений шум під підлогою при русі	Знос або руйнування підшипника опори	Заміна проміжної опори або її підшипника
4	Підтікання мастила зі шліцевого з'єднання або шарнірів	Сліди мастила, зниження рівня у вузлах	Пошкодження сальників, слабке ущільнення, відсутність змазки	Замінити сальники, перевірити герметичність, змастити шліцеве з'єднання
5	Шум і стукіт при наборі швидкості	При розгоні або навантаженні	Надмірний зазор у хрестовинах, спрацьована втулка муфти	Заміна хрестовини, відновлення посадкових отворів, заміна втулки
6	Ослаблення кріплення поперечини опори	Стук під час руху на нерівностях	Розкручування кріплень, вібронантаження	Підтягнути та зафіксувати гайки кріплення поперечини
7	Утруднений поворот карданного вала	Обертання валу з заїданням при демонтажі	Закисання шліцевого з'єднання через відсутність змазки	Очистити шліци, нанести мастило, за необхідності – замінити зношені частини
8	Підвищене навантаження на трансмісію	Нерівномірна робота підвіски, вібрації	Невідбалансовані карданні вали, перекіс установки	Відрегулювати установку валів, провести динамічне балансування

Висновок: Для забезпечення довговічної та безпечної роботи карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter необхідно дотримуватися регламенту технічного обслуговування: своєчасно проводити огляди, мастило шліцевих з'єднань, перевіряти затягування кріплень, балансувати вали після ремонту або заміни. Ігнорування вищевказаних несправностей може призвести не лише до пошкодження елементів трансмісії, але й до аварійної ситуації під час руху.

Результати об'єднання робіт і формування виробничих підрозділів зводимо в таблицю А.2

Таблиця А.4 – Виробничі підрозділи постових робіт ТО – 1, ТО – 2 і ПР

Виробничий підрозділ	Перелік робіт	К-сть змін	Т – кість, люд-год	Чисельність робітників, чол		К-сть постів
		c	$T'_{\text{пр}}$	$P_{\text{я}}$	$P_{\text{ш}}$	$X_{\text{ТОіПР}}$
1	2	3	4	5	6	7
Зона ТО	Всі роботи по ТО – 1 і ТО – 2 автомобілів	1	1492,62	1	1	1
Зона ПР	Роботи Д – 1 і Д – 2 при ПР, розбирально – складальні роботи ПР автомобілів	1	4067,71	2	2	2
Зона кузовних робіт ДТЗ	Зварювальні, жерстяницькі і фарбувальні роботи всіх груп ДТЗ	1	1831,92	1	1	1
Всього робіт ТО – 1, ТО – 2 і постових ПР		1	7392,25	4	4	4

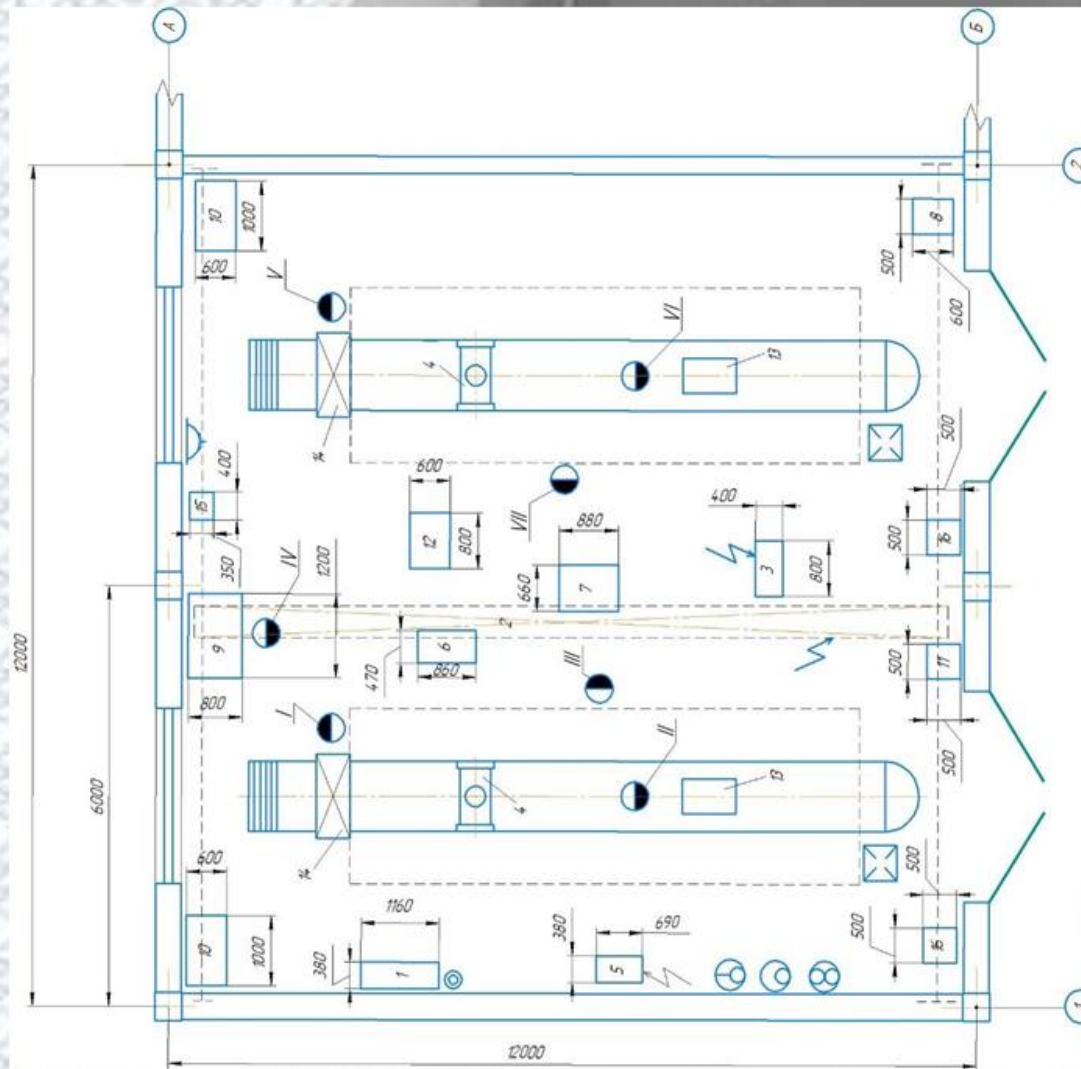
Таблиця А.5 – Організація робочих місць зони ПР

Номер поста	Номер робочого місця	Місце виконання	Вид робіт на робочому місці, агрегати і системи, які обслуговуються	Трудомісткість на роб. місці,		Число виконавців, чол..	Спеціальність, розряд
				%	люд-год.		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Зверху автомобіля	Всі види робіт по обслуговуванню двигуна та його системи, електротехнічні роботи. Обслуговування системи живлення.	15	610,16	1	Автос-люсар V розр.
	2	Знизу автомобіля	Всі види робіт по обслуговування трансмісії, рульового керування.	9,5	386,43		
			Всі види ремонтних робіт по обслуговуванню ходової частини, гальмівної системи.	11	447,45		
	3	Збоку автомобіля	Всі види робіт по обслуговуванню гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи.	8,7	353,89		
	4	-	Розбирання окремих вузлів і агрегатів автомобіля. Слюсарно – механічні роботи	5,8	235,92		
Разом на посту 1				50	2033,85		
2	5	Зверху автомобіля	Всі види робіт по обслуговуванню двигуна та його системи, електротехнічні роботи. Обслуговування системи живлення.	12	488,13	1	Автос-люсар IV розр.
	6	Знизу автомобіля	Всі види робіт по обслуговування транс-місії, рульового керування.	14	569,48		
			Всі види ремонтних робіт по обслуговуванню ходової частини, гальмівної системи.	6,7	272,54		
	7	Збоку автомобіля	Всі види робіт по обслуговуванню гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи.	17,3	703,71		
Разом на посту 2				50	2033,86		
Разом на постах ПР				100	4067,71	2	

Таблиця А.6 – Технологічне обладнання зони ПР

№ п/п	Назва обладнання	Розміри	Площа	К-сть
1	Компресор	1160×380	0,44	1
2	Кран-балка			1
3	Електрогайковерт для гайок коліс	400×800	0,32	1
4	Піднімач канавний	550×1040	0,18	2
5	Солідолонагнітач пересувний з електроприводом	690×380	0,26	1
6	Пост слюсаря авторемонтника	860×470	0,404	1
7	Пристрій для знімання коробок передач	880×660	0,58	1
8	Візок для транспортування агрегатів та вузлів	600×500	0,3	1
9	Верстак слюсарний	1200×800	0,96	1
10	Шафа для приладів та інструменту	1000×600	1,2	2
11	Ящик для обтиральних матеріалів	500×500	0,5	2
12	Підставка під двигун	800×600	0,48	1
13	Підставка для роботи в оглядовій канаві	800×500	0,8	2
14	Перехідний місток	1200×500	1,2	2
15	Бак для зливу моторного мастила	400×350	0,48	1
16	Ящик для відходів	500×500	0,5	2
	Всього		8,52	23

Схема планування рішення виробничих місць зони ПР



- 1 – Компресор - 1шт.;
- 2 – Кран - балка - 1шт.;
- 3 – Електрогайковерт для гайок коліс - 1шт.;
- 4 – Підіймач канавний - 2шт.;
- 5 – Солідолонагнітач пересувний з електроприводом - 1шт.;
- 6 – Пост слюсаря авторемонтника - 1шт.;
- 7 – Пристрій для знімання коробок передач - 1шт.;
- 8 – Візок для транспортування агрегатів та вузлів - 1шт.;
- 9 – Слюсарний верстак - 1шт.;
- 10 – Шафа для інструменту - 2шт.;
- 11 – Ящик для обтиральних матеріалів - 1шт.;
- 12 – Підставка під двигун - 1шт.;
- 13 – Підставка для роботи в оглядовій канаві - 2шт.;
- 14 – Перехідний місток - 2шт.;
- 15 – Бак для зливу моторного мастила - 1шт.;
- 16 – Ящик для відходів - 2шт..

Умовні позначення

- | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|
| – Споживач електроенергії | – Вентиляційний відсмоктувач | – Електрична розетка, 3 – фазна | – Стічна вода |
| – Підвід стисненого повітря | – Підвід води | – Вода | – Робоче місце |

Функціональна схема технологічного процесу заміни карданної передачі Mercedes-Benz Sprinter



Маршрутна технологічна карта

Зміст роботи: Заміна карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Зона (дільниця, пост): Зона ПР

Число виконавців, спеціальність, розряд,: автослюсар IV розряду

Трудовісткість, люд. – хв.: 180

№ п/п	Назва операції	Номер поста (робочого місця)	Технологічне обладнання	Організаційна оснастка	Пристрої та інструменти
1	2	3	4	5	6
1	Доставка мікроавтобуса на пост	–	–	Автомобільний підйомник, упори	–
2	Огляд карданної передачі та вузлів з'єднання	I	–	Лампа, піддон, ганчір'я	Викрутка, щітка металева
3	Демонтаж карданної передачі	II	Підйомник	–	Набір гайкових ключів, викрутки, ломик
4	Промивання, дефектація карданного валу	I	Ванна для миття	Обтирочний матеріал	Шаблони, індикатор годинникового типу
5	Перевірка хрестовин на люфт та зношення	I	–	–	Важіль, щуп, індикатор
6	Заміна карданного вала (або вузлів) на новий	II	–	Слюсарний верстак	Ключі, динамометричний ключ
7	Монтаж нової карданної передачі на Т.З.	II	Підйомник	–	Ключі, кріпильні елементи
8	Центрування кардана, перевірка на биття	II	–	–	Індикатор, мітки фарбою
9	Перевірка кріплень, мастила, зазорів	II	–	–	Динамометричний ключ, щуп
10	Тестування роботи трансмісії під час руху	III	Ділянка дорожніх випробувань	–	Стетоскоп, тестова карта
11	Оформлення документації, запис у журнал ТО	I	ПК, технічна документація	–	–

Операційна технологічна карта №1

Зміст роботи: Заміна карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter

Підприємство: ПП «Енергоспецсервіс», м. Калинівка Вінницької області

Зона (дільниця, пост): Зона ПР (Пост поточного ремонту «трансмисії»)

Трудомісткість, люд. – хв.: 105

Число виконавців, спеціальність, розряд,: Один автослюсар IV розряду.

№ п/п	Назва переходу	Обладнання, інструмент	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4
1	Встановити автомобіль на підйомник, зафіксувати упорами	Підйомник, упори	Встановити стійко, ручне гальмо затягнути
2	Підняти авто, підставити фіксатори під задній міст	Фіксатори, домкрати	Безпека! Працювати лише зі встановленими фіксаторами
3	Провести візуальний огляд карданної передачі	Ліхтар, маркер	Позначити положення фланців для збереження балансування
4	Відкрутити болти з'єднання карданного валу з редуктором заднього моста	Ключ на 18/19, проникаюча рідина	Болти М14×1,5×30, використовувати моментне зусилля при зворотному складанні
5	Від'єднати кардан від редуктора, зафіксувати	Ломик, тримач-скоба	Вал не повинен висіти на підвісному підшипнику
6	Відкрутити кріплення підвісного підшипника до кузова	Ключ на 17, тріщітка	Болти М12, при зворотному складанні затягнути моментом 55 Н·м
7	Зняти карданний вал повністю	Помічник або лебідка	Вал досить довгий – працювати обережно
8	Оцінити стан шарнірів, хрестовин, підшипника	Діагностичний стенд, огляд	При потребі – заміна компонентів
9	Встановити новий (або відремонтований) карданний вал	Підйомна скоба, дерев'яна підкладка	Фланці сумістити за маркуванням
10	Закріпити підвісний підшипник	Ключ, динамометричний ключ	Не перетягнути кріплення
11	З'єднати кардан з редуктором заднього моста	Болти М14×1,5×30	Використовувати нові шайби, дотримуватись моменту затягування
12	Опустити автомобіль з підйомника	Підйомник	Контрольний огляд знизу
13	Провести пробний заїзд для перевірки відсутності вібрацій і шумів	—	Діагностика завершена, запис у журнал

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка технологічного процесу заміни карданної передачі мікроавтобуса Mercedes-Benz Sprinter в умовах приватного підприємства «Енергоспецсервіс» місто Калинівка Вінницької області

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

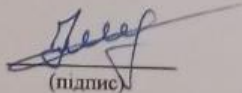
Показники звіту подібності Strikeplagiarism

Оригінальність 92,2 % Схожість 27,8 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

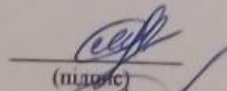
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

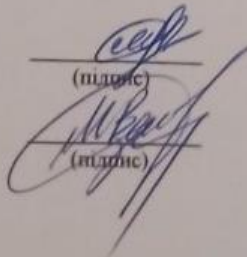
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Strikeplagiarism щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Мусієнко Д.А.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Митко М.В.
(прізвище, ініціали)