

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИВОДІВ
ПЕРЕДНІХ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ PEUGEOT 408 В УМОВАХ СТАНЦІЇ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ –
ПІДПРИЄМЦЯ «МОТУЗОК РОМАН СЕРГІЙОВИЧ» СЕЛО ЗВЕДЕНІВКА
ЖМЕРІНСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент 4 курсу, групи ІАТ-216
спеціальності

274 – Автомобільний транспорт

Демченко В.В. Демченко

Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. АТМ

Борисюк Д.В. Борисюк

«30» травня 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц., доцент каф. АТМ

Шеліна О.П.

«09» червня 2025 р.

Робота допускається до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«5» 06 2025 р. Цимбал

Вінниця ВНТУ – 2025 року

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.

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Демченку Володимирі Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технологічного процесу діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович» село Зведенівка Жмеринського району Вінницької області,

керівник роботи Борисюк Дмитро Вікторович, 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 02.06.2025

3. Вихідні дані до роботи: кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік - 2170, автомобілів I групи - 326, II групи - 434, III групи - 325, середньорічний пробіг автомобілів - 14000 км, кліматичний район – помірно-теплий, кількість робочих днів СТО – 305, тривалість змін – 7 годин, кількість робочих змін - 1.

4. Зміст текстової частини роботи

4.1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ПРИВОДІВ ПЕРЕДНІХ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ PEUGEOT 408 В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПІДПРИЄМЦЯ «МОТУЗОК РОМАН СЕРГІЙОВИЧ»

4.2 РОЗРАХУНОК РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОГО ВИРОБНИЦТВА СТО

4.3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРОБКИ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ

4.4 ОХОРОНА ПРАЦІ

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з зазначенням назви слайдів)

5.1 Титульний аркуш

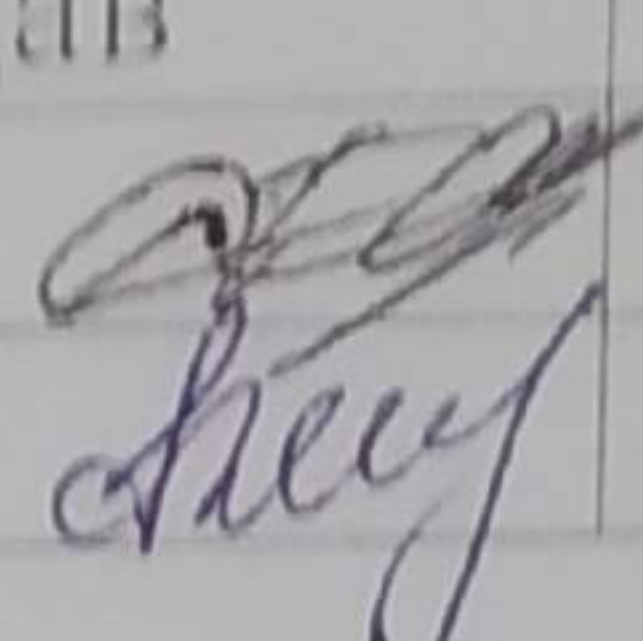
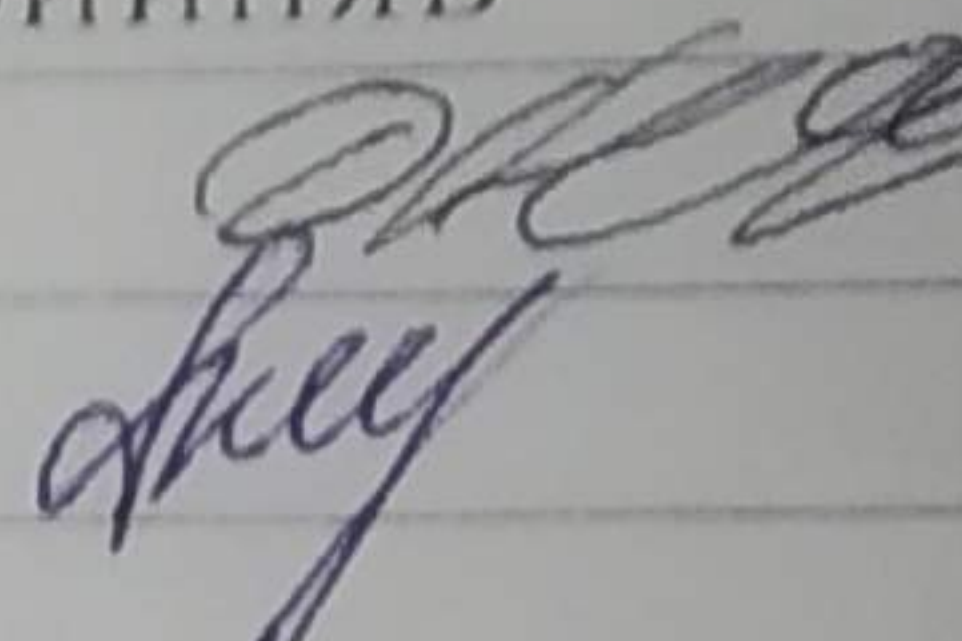
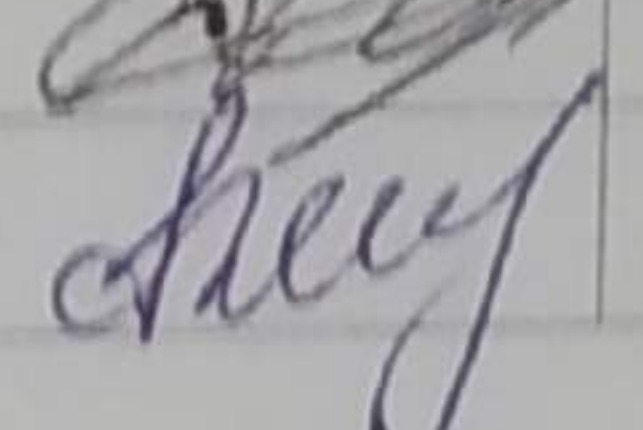
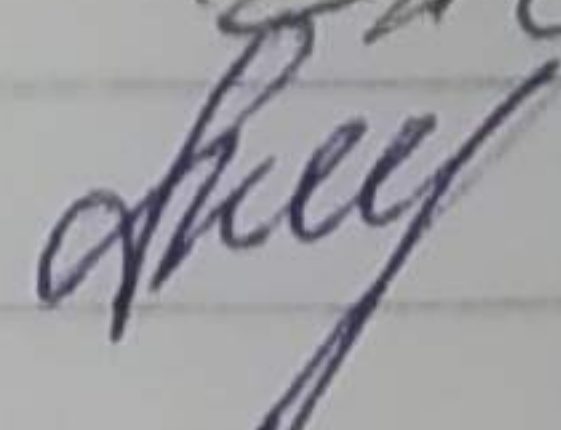
5.2 Вступ

5.3 Загальні відомості про станцію технічного обслуговування фізичної особи-підприємця «Мотузок Роман Сергійович»

2025/6/20 13:12

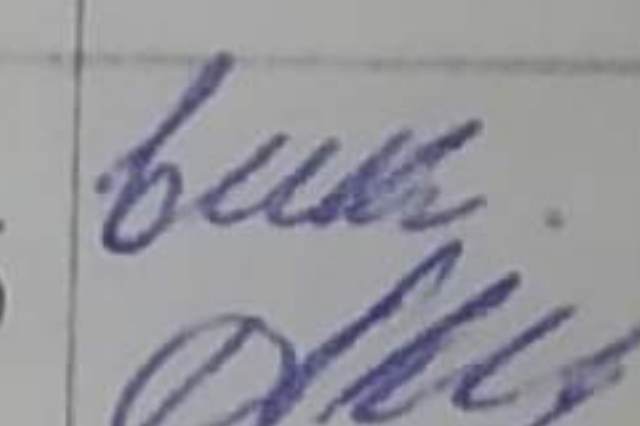
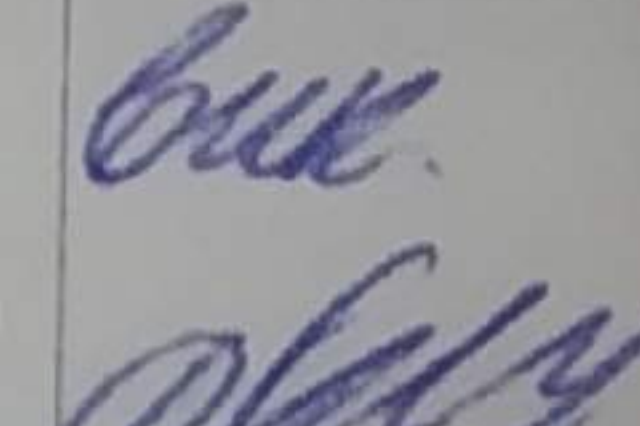
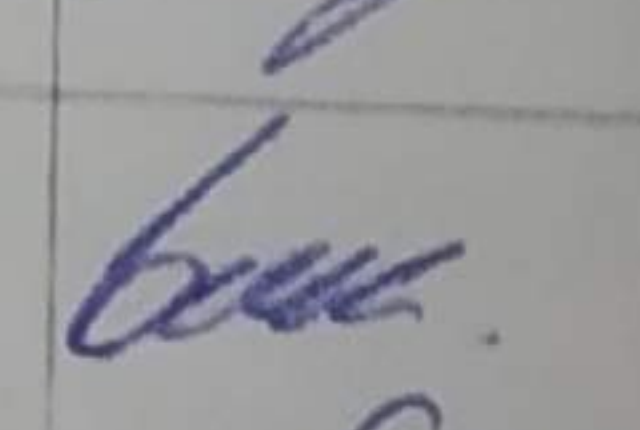
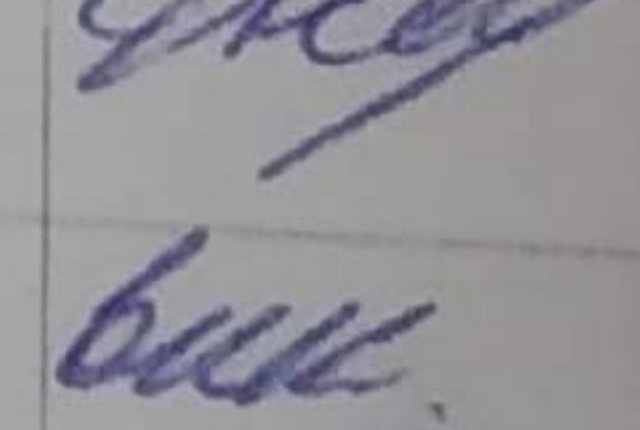
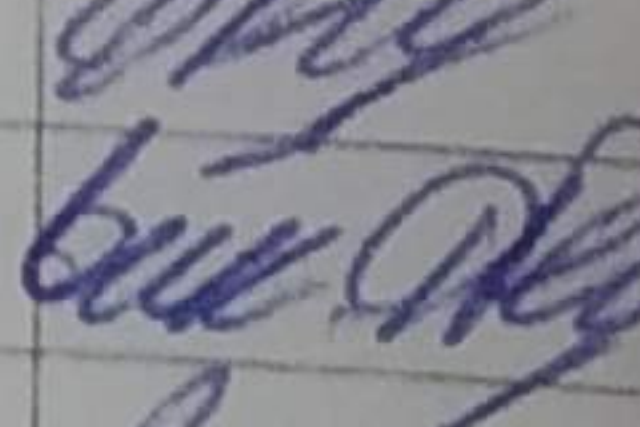
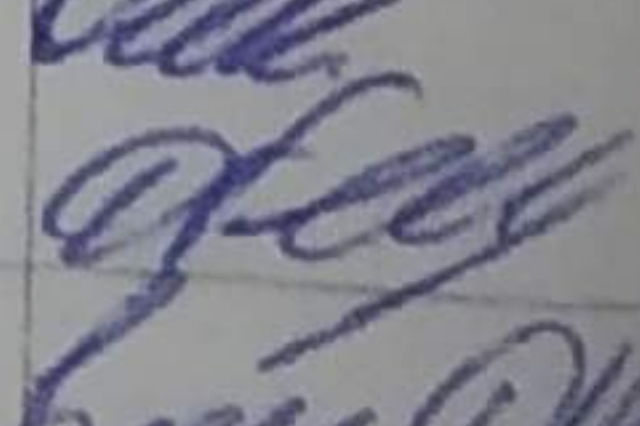
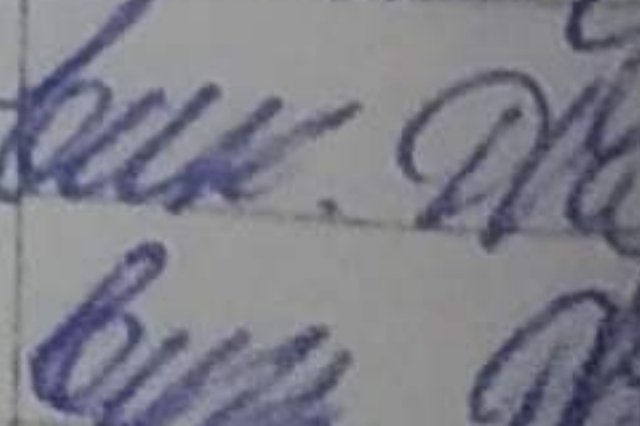
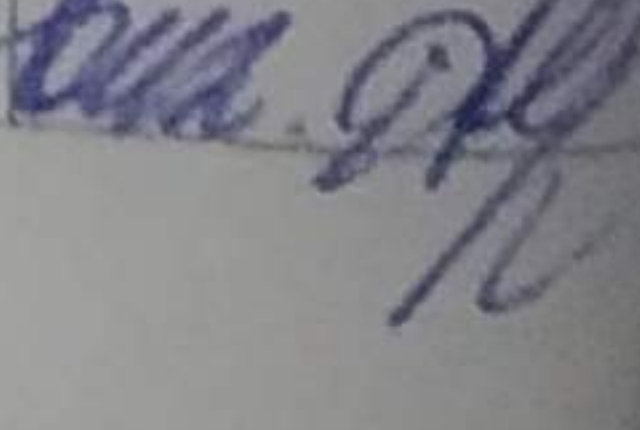
- 5.4 Загальні відомості про автомобіль Peugeot 408
 5.5 Конструкція приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408
 5.6 Основні несправності приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408 та їх ознаки
 5.7 Схема технологічного планування та організація
 робочих місць універсального поста діагностики
 5.8 Засоби діагностування приводів передніх коліс
 5.9 Маршрутна технологічна карта
 5.10 - 5.11 Операційні технологічні карти
 5.12 Матриця діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408
 5.13 Штучна нейронна система
 5.14 Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
1-3	Борисюк Д.В., к.т.н., доцент каф. АТМ	14.04.25 	03.06.25 
4	Віштак І.В., к.т.н., доцент каф. БЖДПБ	19.05.25 	23.05.25 

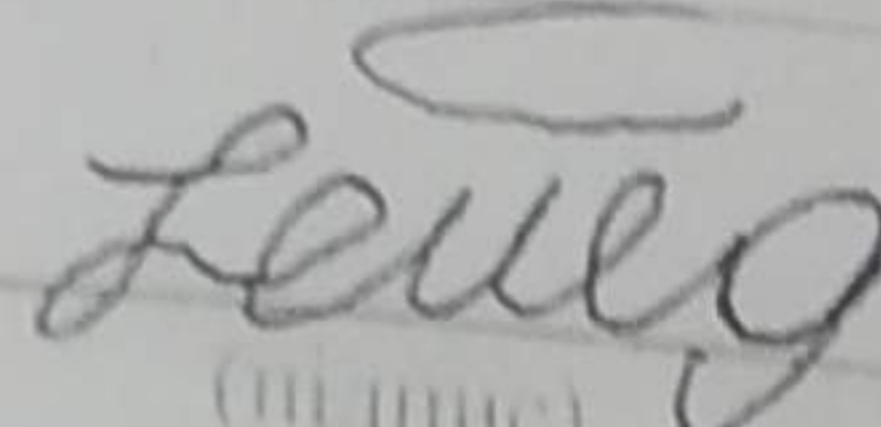
7. Дата видачі завдання 14.04.2025 р.

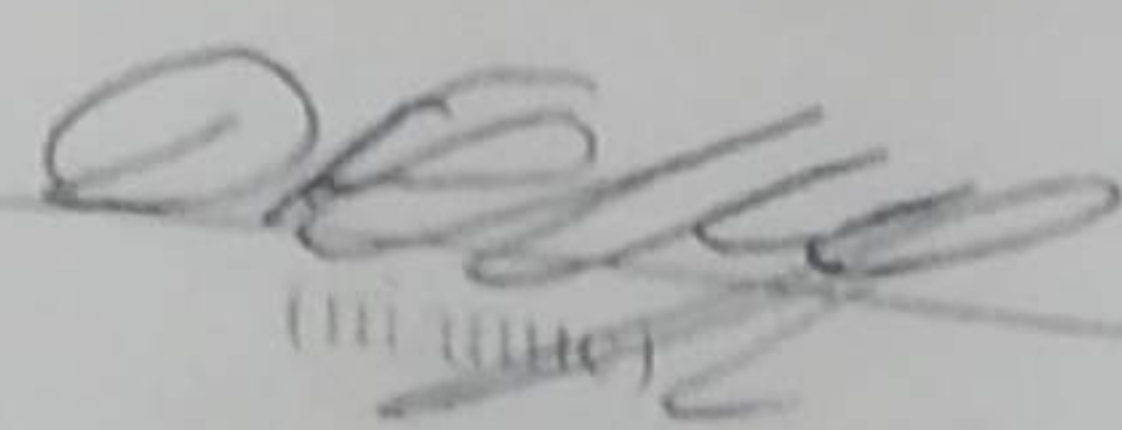
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз конструкції приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	05.05-09.05.2025	вик. 
2	Розрахунок ремонтно-обслуговуючого виробництва станції технічного обслуговування автомобілів. Рубіжний контроль №1	08.05-14.05.2025	вик. 
3	Організаційно-технологічні розробки процесу діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	15.05-23.05.2025	вик. 
4	Виконання розділу «Охорона праці».		
5	Рубіжний контроль №2	19.05-23.05.2025	вик. 
6	Перевірка роботи на плагіат	26.05-28.05.2025	вик. 
7	Оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів	29.05-30.05.2025	вик. 
8	Попередній захист БКР	02.06-03.06.2025	вик. 
9	Допуск завідувача кафедри до захисту БКР	04.06-05.06.2025	вик. 
10	Рецензування БКР	06.06-09.06.2025	вик. 
	Захист БКР	10.06-16.06.2025	вик. 

Студент

Керівник роботи


(підпис)


(підпис)

Демченко В.В.

Борисюк Д.В.

2025/6/20 13:13

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Метою роботи є розробка технологічного процесу діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.

В першому розділі представлено загальну характеристику станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович» та виконано аналіз можливих відмов та несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408.

В другому розділі визначено трудомісткість кожного виду робіт ТО і ПР, чисельність робітників та кількість постів СТО.

В третьому розділі вибраний виробничих підрозділ для виконання робіт діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408, описана організація робочих місць на універсальному посту діагностики, підібране технологічне обладнання та виконано схему технологічного планування. Описано технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408.

В четвертому розділі пророблено питання охорони праці.

Ключові слова: автомобіль, експлуатаційні особливості, технологічний процес, діагностування, приводи передніх коліс автомобіля, станція технічного обслуговування.

ABSTRACT

The bachelor's thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of used sources and appendices.

The purpose of the work is to develop a technological process for diagnosing front-wheel drives of the Peugeot 408 car in a car service station.

The first section presents a general description of the car service station of the individual entrepreneur "Roman Serhiyovych Motuzok" and an analysis of possible failures and malfunctions of the front wheel drives of the Peugeot 408 car is performed.

The second section determines the labor intensity of each type of maintenance and repair work, the number of workers, and the number of service stations.

In the third section, the production unit is selected to perform work on diagnosing the front-wheel drives of the Peugeot 408 car, the organization of workplaces at the universal diagnostic station is described, technological equipment is selected and a technological planning scheme is made. The technological process of diagnosing the front-wheel drives of the Peugeot 408 car is described.

In the fourth chapter, the issue of labor protection is elaborated.

Keywords: car, operational features, technological process, diagnostics, car front-wheel drives, service station.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ПРИВОДІВ ПЕРЕДНІХ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ PEUGEOT 408 В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПІДПРИЄМЦЯ «МОТУЗОК РОМАН СЕРГІЙОВИЧ»	7
1.1 Загальні відомості про станцію технічного обслуговування фізичної особи-підприємця «Мотузок Роман Сергійович»	7
1.2 Виробнича характеристика ФОП «Мотузок Роман Сергійович»	8
1.3 Загальні відомості про автомобіль Peugeot 408	10
1.4 Загальна характеристика конструктивних та функціональних особливостей приводів передніх коліс	14
1.5 Аналіз факторів, що впливають на зміну технічного стану приводів передніх коліс	17
1.6 Розробка моделі взаємозв'язку основних параметрів приводів передніх коліс	18
2 РОЗРАХУНОК РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОГО ВИРОБНИЦТВА СТО	21
2.1 Розрахунок виробничої програми ТО і ПР СТО	21
2.1.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних	21
2.1.2 Вибір і коригування нормативів ТО і ремонту ДТЗ	22
2.1.3 Визначення річної трудомісткості робіт на СТО	22
2.2 Розрахунок чисельності робітників СТО	24
2.3 Розрахунок кількості постів ТО і ПР СТО	26
2.4 Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання на СТО	26

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРОБКИ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ	28
3.1 Організація виробничих підрозділів	28
3.2 Вибір виробничого підрозділу та загальна організація виробничого процесу	29
3.3 Підбір технологічного обладнання	30
3.4 Організація робочих місць у виробничому підрозділі	31
3.5 Розробка схеми технологічного планування	31
3.6 Огляд методів діагностування приводів передніх коліс	32
3.7 Огляд засобів діагностування приводів передніх коліс	34
3.8 Розробка маршрутної технології	37
3.9 Розробка операційної технології	38
3.10 Розрахунок ступеня механізації технологічного процесу	39
3.11 Автоматизація процесу діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	43
3.11.1 Математична модель визначення технічного стану приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	43
3.11.2 Автоматизація логічного процесу визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	56
4.1 Аналіз умов роботи на дільниці	56
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	57
4.2.1. Мікроклімат	57
4.2.2 Склад повітря робочої зони	58
4.2.3 Освітлення	59
4.2.4 Шум та вібрації	61
4.4 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	62
4.4.1 Електробезпека	63
4.5 Технічні рішення з пожежної безпеки	65

ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
ДОДАТКИ	71
Додаток А (обов'язковий). Технологічний розрахунок СТО	72
Додаток Б (обов'язковий). Організація виробничих підрозділів	78
Додаток В (обов'язковий). Схема технологічного планування та організація робочих місць універсального поста діагностики	80
Додаток Г (довідниковий). Ілюстративна частина	82
Додаток Д (обов'язковий). Протокол перевірки дипломної роботи на наявність текстових запозичень	97

ВСТУП

Актуальність теми. Передача крутного моменту від двигуна до ведучих коліс автомобіля реалізується за допомогою трансмісії. Для оптимізації використання двигуна класична трансмісія містить у своєму складі «сухе» або «мокре» зчеплення, багатоступінчасту коробку перемикавання передач, карданний вал (приводи ведучих коліс) та міст. Сучасні трансмісії автомобілів мають механічні передачі крутного моменту, гідравлічні та електронні системи.

Ускладнення конструкції трансмісії на автомобільному транспорті та прагнення підтримувати її працездатність зумовлюють створення прогресивних методів технічної діагностики для отримання достовірної інформації про технічний стан кожного окремого вузла та агрегату.

У зв'язку з викладеним, розробка методів діагностування та прогнозування залишкового ресурсу вузлів та агрегатів трансмісії автомобіля, а також розробка технології їхнього ремонту є актуальними завданнями у забезпеченні ефективної експлуатації автомобільного транспорту.

Мета роботи – розробити технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 та його автоматизацію в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.

Завдання роботи:

- навести загальні відомості про станцію технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович»;
- провести аналіз конструкції і характеристику приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 та виконати аналіз можливих їх відмов і несправностей;
- провести технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович»;

- представити огляд методів і засобів діагностування приводів передніх коліс автомобілів та розроблений технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;

- розробити матрицю діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;

- виконати автоматизацію логічного процесу визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408.

- розробити питання охорони праці у виробничому підрозділі.

Структура та обсяг роботи. Дана робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Основна частина роботи викладена на 70 сторінках.

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ПРИВОДІВ ПЕРЕДНІХ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ PEUGEOT 408 В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПІДПРИЄМЦЯ «МОТУЗОК РОМАН СЕРГІЙОВИЧ»

1.1 Загальні відомості про станцію технічного обслуговування фізичної особи-підприємця «Мотузок Роман Сергійович»

ФОП «Мотузок Роман Сергійович» зареєстровано 09.06.2015 р. за юридичною адресою – Вінницька обл., Жмеренський р-н, с. Зведенівка, вул. Мічуріна 66 (рис. 1.1).

СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» розташована за 34 км від районного центру та за 77 км від обласного центру.

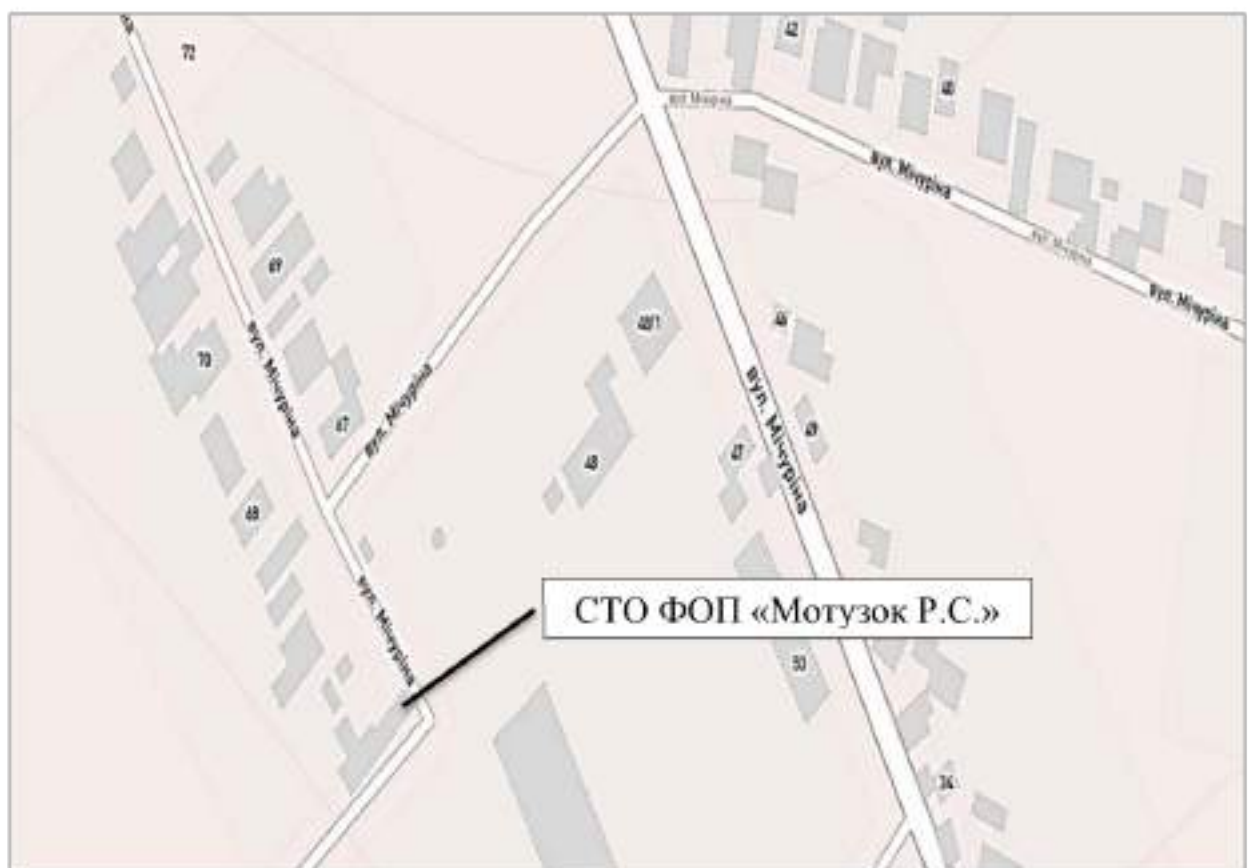


Рисунок 1.1 – Розташування виробничої бази СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович»

Види діяльності ФОП «Мотузок Роман Сергійович» згідно кодів КВЕД:

- 01.61 Допоміжна діяльність у рослинництві;
- 01.63 Післяурожайна діяльність;
- 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт;
- 49.42 Надання послуг перевезення речей (переїзду);
- 70.22 Консультування з питань комерційної діяльності й керування;
- 77.12 Надання в оренду вантажних автомобілів;
- 77.31 Надання в оренду сільськогосподарських машин і устаткування.

1.2 Виробнича характеристика ФОП «Мотузок Роман Сергійович»

В автомайстерні СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» використовують все необхідне обладнання для роботи з багатьма марками автомобілів азіатського європейського і американського виробництва. Спеціальні сканери і тестери дозволяють виконати діагностування виконавчих механізмів і блоків управління, двигунів, ходової частини та різних систем автомобілів.

Ремонт двигунів в СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» посідає особливе місце, оскільки СТО починала свою роботу як майстерня по ремонту автотракторних двигунів.

Склад СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» має значний запас запасних частин до багатьох марок сучасних автомобілів. Якщо необхідна деталь відсутня, її можна замовити за каталогам виробників – запасні частини підбираються під конкретний автомобіль по VIN-коду.

За якість шиномонтажних робіт СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» відповідає обладнання фірми «HUNTER» і висококваліфікований персонал. Тут ремонтують пошкодження шин всіх типів автомобілів, в тому числі сільськогосподарської техніки, кар'єрної техніки і спецтехніки. Для цього виду робіт, який здійснюють далеко не всі шиномонтажні центри, встановлений верстат, що дозволяє працювати з колесами діаметром до 2,5 м.

Також в майстерні виконують балансування коліс будь-якого типу, роблять нарізку протектора і рихтування сталевих дисків коліс.

СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» має технічні можливості для оперативного виконання всіх видів токарних робіт. Фахівці СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» виготовлять на замовлення деталі будь-якої складності з чітким забезпеченням заданих параметрів.

Багатофункціональні токарні верстати дозволяють майстрам СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» якісно виконувати об'ємний перелік технологічних операцій, включаючи торцювання, відрізання заготовок, зняття фасок під різними кутами, прорізання пазів і канавок, обробку жолобників, нарізку різьблення.

Цех металообробки СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» пропонує послуги з металообробки, такі як: шліфування шийок колінчатих валів, полірування колінчастих валів, розточування та хонінгування БЦ ДВЗ (включаючи алюмінієві блоки), гільзовка блоків циліндрів ДВЗ (включаючи алюмінієві), відновлення постілі колінчастих і розподільних валів, комплексний ремонт головок блоку циліндрів ДВЗ (включаючи вантажні), ремонт верхньої і нижньої головок шатуна, перепресовка шатунів, обробка площин блоків циліндрів ДВЗ, обробка площини ГБЦ ДВЗ, миття і очищення деталей двигуна, балансування деталей ДВЗ та трансмісії.

СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» займається зварювальними роботами різної складності. СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» виконує відновлення автомобільних агрегатів і вузлів, шляхом напіваавтоматичного зварювання, аргонодугового зварювання, газової пайки ацетиленом.

Працівники відділу продажів та складу запасних частин СТО ФОП «Мотузок Роман Сергійович» надають консультації по підборі і постачанню запчастин. Це дозволяє значно скоротити час доставки запчастин необхідних для ремонту автомобілів, але якщо потрібна заміна деталі, яка відсутня на складі, тоді менеджери можуть організувати доставку потрібної запчастини в максимально стислі терміни з країн Європи.

1.3 Загальні відомості про автомобіль Peugeot 408

Седан Peugeot 408 першого покоління (рис. 1.2) середнього класу (клас D по європейській класифікації) вперше був представлений в січні 2010 року на автосалоні в Пекіні. До 2012 року його продавали тільки в Китаї і Аргентині. З червня 2012 року, після освоєння випуску на Калузькому заводі «ПСА-Міцубісі», автомобіль надійшов на російський ринок.

Друге покоління Peugeot 408 (рис. 1.3) представлено в 2014 на Пекінському автосалоні. Модель виконана в стилістиці Peugeot 308 другого покоління [1].



Рисунок 1.2 – Автомобіль Peugeot 408 першого покоління (2010-2017) Рисунок 1.3 – Автомобіль Peugeot 408 другого покоління (2017-т.ч)

Згідно завдання на дипломну роботу розглянемо автомобіль Peugeot 408 першого покоління (див. рис. 1.2). Автомобіль Peugeot 408 першого покоління побудований на подовженій платформі хетчбека Peugeot 308. У Східній Європі автомобіль представлений з бензиновими двигунами TU5 (1,6 л, 110 к.с.), EP6 (1,6 л, 120 к.с.) і EP6DT (1,6 л, 150 к.с., з турбонаддувом), а також з турбодизелем DV6TED4 (1,6 л, 112 к.с.). Коробка передач автомобілів з бензиновим двигуном TU5 (110 к.с.) і турбодизелем – п'ятиступінчаста механічна, автомобілів з бензиновим двигуном EP6 (120 к.с.) – п'ятиступінчаста механічна або чотириступінчаста автоматична, з бензиновим двигуном EP6DT (150 к.с.) – шестиступінчаста автоматична.

Трансмісія автомобіля Peugeot 408 першого покоління виконана за

передньопривідною схемою з приводами коліс, оснащеними шарнірами рівних кутових швидкостей.

Передня підвіска автомобіля Peugeot 408 – типу Макферсон. Задня підвіска напівзалежна, пружинна, з гідравлічними амортизаторами і стабілізатором поперечної стійкості.

Гальмівні механізми передніх коліс – дискові, вентильовані, з плаваючою скобою, задніх коліс – дискові вентильовані, з плаваючою скобою. У конструкції гальмівної системи застосовуються вакуумний підсилювач гальм, антиблокувальна система, система допомоги при екстремому гальмуванні, антибуксувальна система і система динамічної стабілізації.

Рульове управління – травмобезпечне, з рульовим механізмом типу шестерня-рейка, з електрогідравлічним підсилювачем. Рульова колонка регулюється по вильоту і куту нахилу. У маточині рульового колеса розташована фронтальна подушка безпеки.

Всі автомобілі Peugeot 408 оснащені інерційними діагональними ремнями безпеки для водія, переднього пасажира і пасажирів на задньому сидінні.

Технічна характеристика автомобілів Peugeot 408 першого покоління наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика автомобілів Peugeot 408 першого покоління

Параметр	Автомобіль з двигуном TU5	Автомобіль з двигуном EP6	Автомобіль з двигуном EP6DT
1	2	3	4
Загальні дані			
Число місць, включаючи місце водія	5	5	5
Споряджена маса, кг	1352	1355 (1375)*	1400
Максимально допустима маса, кг	1800	1800	1800
Колісна база, мм	2710	2710	2710

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Дорожній просвіт, мм	175	175	175
Мінімальний радіус повороту, м	5,5	5,5	5,5
Максимальна швидкість, км/год	184	195 (185)*	207
Час розгону автомобіля з місця до швидкості 100 км/год, с	13,3	10,9 (13,8)*	9,6
Витрата палива, л / 100 км:			
-міський цикл	10,1	9,3 (10,1)*	11,6
-заміський цикл	6,0	5,2 (5,6)*	6,3
-змішаний цикл	7,5	6,7 (7,4)*	8,2
Двигун			
Порядок роботи циліндрів	1-3-4-2	1-3-4-2	1-3-4-2
Діаметр циліндра, мм	78,5	77	77
Хід поршня, мм	82	85,8	85,8
Робочий об'єм, см ³	1587	1598	1598
Максимальна потужність, кВт (к.с.)	80 (110) при 5800 хв ⁻¹	88 (120) при 5660 хв ⁻¹	120 (150) при 6000 хв ⁻¹
Максимальний крутний момент, Нм	147 при 4000 хв ⁻¹	160 при 4260 хв ⁻¹	240 при 1400 хв ⁻¹
Трансмісія			
Зчеплення**	Однодискове, сухе, з діафрагмовою нажимною пружиною і гасителем крутильних коливань, постійно замкнутого типу		
Привід вимикання зчеплення**	Гідравлічний		
Коробка передач	Механічна п'яти-ступінчаста, з синхронізаторами на всіх передачах	Механічна п'яти-ступінчаста, з синхронізаторами на всіх передачах або автоматична чотири-ступінчаста	Автоматична шести-ступінчаста
Головна передача	Одинарна, циліндрична, косозуба		
Диференціал	Конічний, двохсателітний		
Привід коліс	Відкритий, валами з шарнірами рівних кутових швидкостей		

1	2	3	4
Ходова частина			
Передня підвіска	Незалежна, пружинна, типу Макферсон, з гідравлічними амортизаторними стійками і стабілізатором поперечної стійкості торсійного типу		
Задня підвіска	Напівзалежна, з крученими пружинами, гідравлічними амортизаторами і стабілізатором поперечної стійкості торсійного типу		
Шини	Радіальні, безкамерні		
Розмір шин	215/55 R16 або 215/50 R17***		
Рульове управління			
Тип	Травмобезпечне, з гідравлічним підсилювачем, з регулюванням рульової колонки по вильоту і куту нахилу		
Рульовий механізм	Шестерня-рейка, з електрогідропідсилювачем		
Гальма			
Робочі: -передні -задні	Дискові, вентильовані, з плаваючою скобою Дискові, з плаваючою скобою		
Привід робочих гальм	Гідравлічний, двоконтурний, роздільний, виконаний за діагональною схемою, з вакуумним підсилювачем і антиблокувальною системою гальм (ABS), електронною системою розподілу гальмівних зусиль (EBD) і системою динамічної стабілізації (ESP)***		
Стоянкове гальмо	З механічним приводом на задні колеса від підлогового важеля, з сигналізацією включення		
Електрообладнання			
Схема електропроводки	Однопровідна, негативний полюс з'єднаний з «масою»		
Номінальна напруга, В	12		
Акумуляторна батарея	Стартерна, необслуговуюча, ємністю 60 А·год		
Генератор	Змінного струму, з вбудованим випрямлячем і електронним регулятором напруги		
Стартер	Зі змішаним збудженням, дистанційним керуванням з електромагнітним включенням і муфтою вільного ходу		
Кузов			
Тип	Седан, суцільнометалевий, несучий		

*В дужках - для автомобілів з автоматичною коробкою передач.

**Для автомобілів з механічною коробкою передач.

***Залежно від комплектації автомобіля.

Габаритні розміри автомобілів Peugeot 408 першого покоління наведено на рис. 1.4.

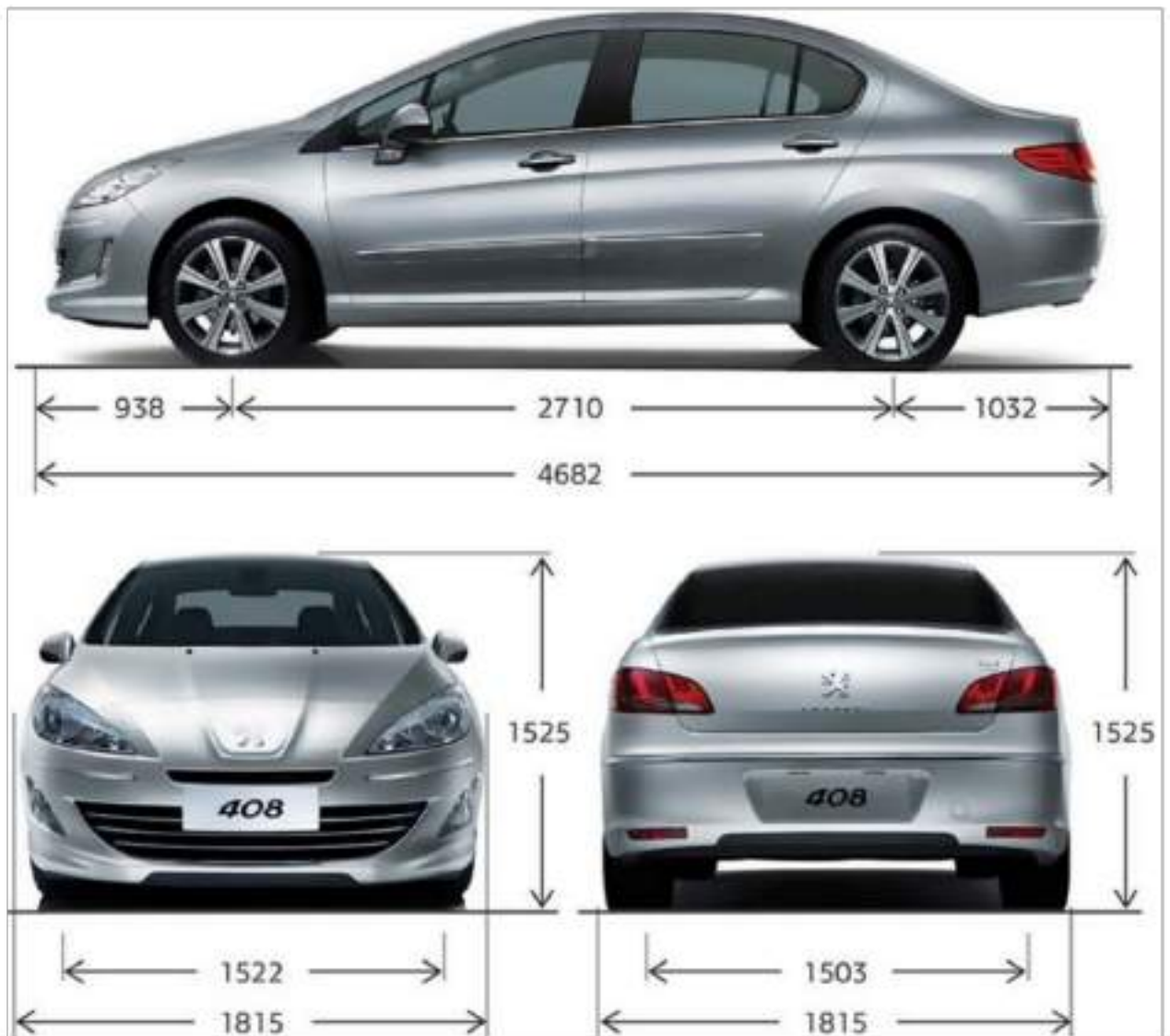


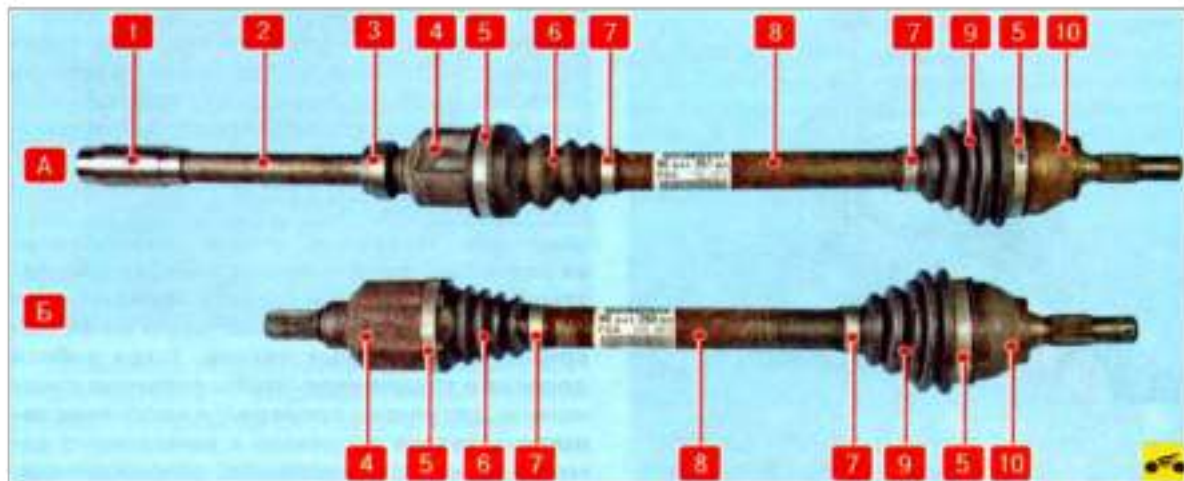
Рисунок 1.4 – Габаритні розміри автомобіля Peugeot 408 першого покоління

1.4 Загальна характеристика конструктивних та функціональних особливостей приводів передніх коліс

Трансмісія – призначена для передачі та зміни величини і напрямку передачі крутного моменту та обертів від двигуна до ведучих коліс автомобіля, довготривалого роз'єднання передачі крутного моменту від двигуна до коліс, під час стоянки або під час руху по інерції, рух ведучих коліс на повороті та по нерівностях дороги з різною швидкістю, а також для

найбільш ефективного використання транспортного засобу [2, 3].

Згідно теми роботи розглянемо автоматичну трансмісію автомобіля Peugeot 408. Трансмісія автомобіля Peugeot 408 виконана за передньопривідною схемою з приводами коліс, оснащеними шарнірами рівних кутових швидкостей.



А - привід правого переднього колеса; Б - привід лівого переднього колеса;

- 1 - шліцева втулка; 2 - проміжний вал; 3 - підшипник проміжної опори;
4 - внутрішні шарніри рівних кутових швидкостей; 5 - великі хомути кріплення чохлів шарнірів; 6, 9 - чохли шарнірів; 7 - малі хомути кріплення чохлів шарнірів; 8 - вали приводів; 10 - зовнішні шарніри рівних кутових швидкостей

Рисунок 1.5 – Приводи передніх коліс автомобілів Peugeot 408

Приводи передніх коліс автомобіля Peugeot 408 (рис. 1.5) складаються з зовнішніх і внутрішніх шарнірів рівних кутових швидкостей, з'єднаних валами. Зовнішній шарнір забезпечує можливість тільки кутових переміщень з'єднаних валів. Внутрішній шарнір додатково до кутових робить можливими осьові зміщення валів при повороті передніх коліс і роботі підвіски.

Зовнішній шарнір типу Бірфільд (рис. 1.6) складається з корпусу, сепаратора, обойми і шести кульок. У корпусі шарніра і в обоймі виконані канавки для розміщення кульок. У поздовжній площині канавки виконані по радіусу, що забезпечує необхідний кут повороту зовнішнього шарніра. Шліцьовий наконечник корпусу зовнішнього шарніра встановлений в ступиці переднього колеса і прикріплений до неї гайкою. Обойма зовнішнього шарніра встановлена на шліцах вала і зафіксована на валу стопорним кільцем [3].

Обойма зовнішнього шарніра встановлена на шліцах вала і зафіксована на валу стопорним кільцем.

Внутрішній шарнір типу Трипод (рис. 1.7) складається з корпусу і трьох роликів на голчастих підшипниках, одягнутих на цапфи тришипової маточини. В корпусі шарніра виконані пази для роликів. Тришипова маточина зафіксована на валу стопорним кільцем. Ролики дозволяють маточині переміщатися в пазах корпусу шарніра в осьовому напрямку, завдяки чому привід може подовжуватися або скорочуватися для компенсації взаємних переміщень підвіски і силового агрегату. Шліцевий наконечник корпусу внутрішнього шарніра лівого приводу встановлений в напівосьовій шестерні без фіксації, так як кінематика підвіски така, що вихід хвостовика корпусу з шестерні в крайніх положеннях підвіски виключений. Корпус внутрішнього шарніра правого приводу виконаний як одне ціле з проміжним валом і зафіксований від осьового переміщення проміжною опорою на двигуні, підшипник якої напресований на проміжний вал [3].



1 – корпус; 2 – кулька; 3 – обойма;
4 – сепаратор

Рисунок 1.6 – Зовнішній шарнір



1 – корпус; 2 – ролик;
3 – маточина

Рисунок 1.7 – Внутрішній шарнір

У зовнішньому шарнірі встановлено кульки однієї сортувальної групи. Всі деталі шарніра селективно підібрані один до одного, тому ремонтувати шарнір заміною окремих деталей можна і в запасні частини поставляють тільки шарнір в зборі, а також малий ремкомплект, що включає в себе стопорне кільце, чохол і хомути кріплення чохла і в деяких випадках мастило.

Внутрішній шарнір поставляють в запасні частини у вигляді двох ремкомплектів: великого, що включає в себе всі деталі шарніра, і малого, аналогічного ремкомплекта зовнішнього шарніра.

Для забезпечення стійкості автомобіля і поліпшення його керованості при русі з високими швидкостями вали приводів лівого і правого коліс виконані однакової довжини, а особливість компоновання моторного відсіку автомобіля з поперечним розташуванням силового агрегату (головна передача зміщена вліво відносно поздовжньої осі автомобіля) компенсована установкою проміжного вала, виготовленого за одне ціле з корпусом внутрішнього шарніра приводу правого переднього колеса. Тому приводи правого і лівого коліс невзаємозамінні [3].

1.5 Аналіз факторів, що впливають на зміну технічного стану приводів передніх коліс

Дослідивши різні фактори, що впливають на зміну технічного стану приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408, за допомогою літературних джерел та електронних ресурсів, їх було згруповано та систематизовано у відповідності з таблицею 1.2.

Таблиця 1.2 – Фактори, що впливають на зміну технічного стану приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408

Група факторів	Експлуатаційний фактор	На що впливає
1	2	3
Термін експлуатації	Тривала експлуатація з дотриманням правил експлуатації.	Зношення вузлів і деталей приводу передніх коліс.
Якість та своєчасність обслуговування	Технічний стан агрегатів автоматичної трансмісії.	Зношення вузлів і деталей приводу передніх коліс.
Якість експлуатаційних матеріалів	Антифрикційне мастило не відповідає вимогам.	Технічний стан шарнірів приводу передніх коліс.
Якість водіння	Експлуатація автомобіля на ґрунтових дорогах і дорогах із поганим покриттям.	Технічний стан шарнірів приводу передніх коліс.

1	2	3
Зовнішні фактори	Замерзання антифрикційного мастила шарнірів приводу передніх коліс.	Технічний стан шарнірів приводу передніх коліс.
	Корозія.	Технічний стан приводу передніх коліс.
Технічний стан інших систем автомобіля	Дисбаланс керованих коліс.	Технічний стан приводу передніх коліс.
	Несправність передньої підвіски.	Технічний стан приводу передніх коліс.

1.6 Розробка моделі взаємозв'язку основних параметрів технічного стану приводів передніх коліс

Розробка моделі взаємозв'язку основних параметрів приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408 дає можливість визначити причинно-наслідкові зв'язки між структурними і діагностичними параметрами та причинами і ознаками несправностей.

На першому етапі визначаємо основні несправності приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408 і причини їх виникнення (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Основні несправності приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408 та їх ознаки

Позн.	Ознака несправності	Несправність
1	2	3
Y1	Вібрація під час руху автомобіля.	1. Сильний знос зовнішнього шарніра приводу колеса. 2. Деформація валу приводу колеса. 3. Знос роликів внутрішнього шарніра. 4. Ослаблення гайки кріплення маточини.
Y2	Погіршена керованість автомобіля.	1. Знос або пошкодження обойми внутрішнього шарніра. 2. Знос або пошкодження зовнішнього шарніра. 3. Пошкодження або деформація валу привода колеса. 4. Ослаблення гайки кріплення маточини.

1	2	3
Y3	Витікання мастила з шарнірів.	1. Знос або розрив захисного чохла зовнішнього або внутрішнього шарнірів. 2. Недостатнє затягування хомутів.
Y4	Шум, стукіт з боку переднього колеса під час руху автомобіля.	1. Пошкодження або деформація вала привода колеса 2. Биття вала приводу переднього колеса. 3. Знос внутрішнього шарніра приводу правого переднього колеса. 4. Ослаблення гайки кріплення маточини.
Y5	Стукіт при повороті автомобіля.	1. Сильний знос зовнішнього шарніра приводу колеса

Другим етапом є визначення діагностичних параметрів, які можуть бути виміряні і характеризують типові несправності приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408 та зміну структурних параметрів. Перелік діагностичних параметрів наведений в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Перелік діагностичних параметрів приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408

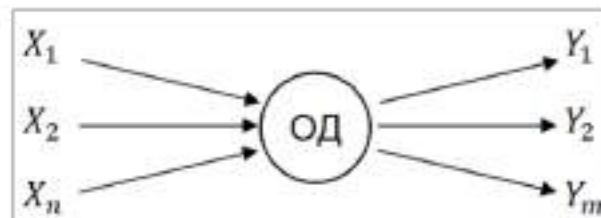
Пози.	Діагностичний параметр	Можливі значення		
		Номінальне значення	Допустимі значення	Граничні значення
X1	Керованість автомобіля	нормальна	нормальна	нормальна
X2	Рівень шуму	Відсутній	Відсутній	Відсутній
X3	Наявність мастила на поверхні чохла шарнірів приводу передніх коліс.	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє
X4	Спрацювання деталей приводу передніх коліс	не допускається	не допускається	не допускається

Вхідними параметрами моделі є перелік діагностичних параметрів X, які можуть бути визначені у процесі експлуатації різними способами. Вихідними параметрами моделі є типові несправності Y, які необхідно ідентифікувати на основі визначення діагностичних параметрів (рис. 1.8).

Представимо дану модель у вигляді матриці взаємозалежності між

величинами X і Y (таблиця 1.5), де:

- "-" – параметр X не залежить від параметра Y ;
- "↑", "↑↑" – збільшення або значне збільшення параметра X ;
- "↓", "↓↓" – зменшення або значне зменшення параметра X .



$X_1, X_2, \dots, X_n$ – діагностичні параметри; $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$ – типові несправності;

ОД – об'єкт діагностування

Рисунок 1.8 – Модель причино-наслідкових зв'язків об'єкта діагностування

Таблиця 1.5 – Матриця взаємозв'язку між величинами X і Y

Поз.	Типова несправність	Діагностичні параметри			
		X1	X2	X3	X4
Y1	Вібрація під час руху автомобіля.	↑↑	↑↑	↑	↑↑
Y2	Погіршена керованість автомобіля.	↑↑	↑↑	↑	↑
Y3	Витікання мастила з шарнірів.	↑	↑↑	↑↑	↑↑
Y4	Шум, стукіт з боку переднього колеса під час руху автомобіля.	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Y5	Стукіт при повороті автомобіля.	↑	↑↑	↑↑	↑↑

2 РОЗРАХУНОК РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОГО ВИРОБНИЦТВА СТО

Даний розділ повністю виконується із застосуванням програмного забезпечення "Worklab-AutoService – технологічний розрахунок і проєктування АТП та СТО". Результати виконання приведені в додатках.

2.1 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту

2.1.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Особливістю розрахунку виробничої програми станцій технічного обслуговування є те, що заїзди автомобілів на СТО для виконання всіх видів робіт носять імовірнісний характер.

Середньорічний пробіг $L_{с-р}$ автомобілів індивідуального користування залежить від кліматичного району, в якому експлуатуються автомобілі. Для районів, в яких середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів: $L_{с-р} = 8 \dots 14$ тис. км.

Виробнича програма як міської так і дорожньої СТО характеризується трудомісткістю ТО і ПР автомобілів. Для міської СТО трудомісткість ТО і ПР залежить від марки автомобіля. Оскільки парк індивідуальних автомобілів, що експлуатуються на даний час в Україні, досить різноманітний, то рекомендується всі автомобілі, що обслуговуються на міській СТО, поділити на три групи: особливо малого класу, малого класу і середнього класу. Розподіл автомобілів на групи виконується згідно із статистичними даними, зібраними за минулі роки.

Згідно з ОНТП-01-91 частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР: $n_{ТО+ПР}^p = 2$ (рази/рік). Кількість обслуговуваних автомобілів $A_{авт}$ буде меншою, оскільки один автомобіль заїжджає на СТО кілька разів:

$$A_{авт} = \frac{N_{ТО+ПР}^p}{n_{ТО+ПР}^p}, \quad (2.1)$$

де $n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{Р}}$ – частота заїздів одного автомобіля на СТО для виконання ТО і ПР протягом року.

Вихідні дані для технологічного розрахунку і проектування підібрані програмним способом і приведені в додатку А.

2.1.2 Вибір і коригування нормативів ТО і ремонту

Нормативи трудомісткості ТО і ПР автомобілів індивідуального користування вибираються в залежності від типу СТО, класу автомобілів та виду робіт, що виконуються на СТО.

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

- питому трудомісткість на 1000 км пробігу, люд·год/1000;
- разову трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО, люд·год.

Для міських СТО характерні як перший так і другий види нормативів ТО і ПР, для дорожніх – тільки другий.

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коригування:

$$t_{\text{ТО і ПР}} = t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{з}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт коригування в залежності від кількості робочих постів (потужності) СТО. При проектуванні нового СТО кількість робочих постів приймається орієнтовно – на основі планової потужності СТО;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов.

Разова трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО не коректується.

Нормативи ТО і ПР та інших видів робіт для міської СТО вибираємо згідно ОНТП-01-91.

2.1.3 Визначення річної трудомісткості робіт

Річний обсяг робіт, що виконуються на міській СТО, визначається окремо для кожної групи легкових автомобілів і складається з таких видів робіт:

$T_{\text{ТО і ПР}}$ – роботи ТО і ПР автомобілів;

$T_{п-м(ТО)}$ – роботи прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР;
 $T_{п-м}$ – роботи косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги;
 $T_{а-к}$ – роботи антикорозійної обробки автомобілів;
 $T_{п-в}$ – роботи приймання і видачі автомобілів;
 $T_{п-п}$ – роботи передпродажної підготовки автомобілів;
 $T_{доп}$ – допоміжні роботи.

Річний обсяг робіт ТО і ПР для однієї групи автомобілів визначається по питомій трудомісткості ТО і ПР автомобілів цієї групи на 1000 км пробігу:

$$T_{ТО \text{ і } ПР}^i = \frac{A_{авт}^i \cdot L_{с-р} \cdot t_{ТО \text{ і } ПР}^i}{1000}, \quad (2.3)$$

де $A_{авт}^i$ – кількість автомобілів даної групи;

$L_{с-р}$ – середньорічний пробіг автомобілів, км;

$t_{ТО \text{ і } ПР}^i$ – скоректована питома трудомісткість ТО і ПР автомобілів даної групи, люд·год/1000.

Річний обсяг прибирально-мийних робіт для однієї групи визначається на основі разової трудомісткості цього виду робіт за один заїзд на СТО. Трудомісткість прибирально-мийних робіт перед виконанням ТО і ПР ($T_{п-м(ТО)}^i$) визначається за формулою:

$$T_{п-м(ТО)}^i = A_{авт}^i \cdot n_{ТО \text{ і } ПР}^p \cdot t_{п-м}^i, \quad (2.4)$$

де $n_{ТО \text{ і } ПР}^p, n_{п-м}^p$ – частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО, відповідно для виконання робіт ТО і ПР та прибирально-мийних робіт протягом року;

$t_{п-м}^i$ – разова трудомісткість прибирально-мийних робіт одного автомобіля даної групи, люд·год.

Річний обсяг робіт антикорозійної обробки визначається одночасно для всіх груп автомобілів на основі разової трудомісткості цього виду робіт за один заїзд на СТО:

$$T_{а-к} = A_{авт} \cdot n_{а-к}^p \cdot t_{а-к}, \quad (2.5)$$

де n_{a-k}^p – частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО, для виконання робіт антикорозійної обробки автомобілів протягом року;

t_{a-k} – разова трудомісткість антикорозійних робіт одного автомобіля (однакова для всіх груп автомобілів), люд·год.

Річний обсяг робіт приймання і видачі для однієї групи визначається на основі загальної кількості заїздів автомобілів на СТО для виконання різних видів робіт:

$$T_{п-в}^i = A_{авт}^i \cdot (n_{ТО і ПР}^p + n_{a-k}^p) \cdot t_{п-в}^i, \quad (2.6)$$

де $t_{п-в}^i$ – разова трудомісткість робіт приймання-видачі одного автомобіля даної групи, люд·год.

Річна трудомісткість робіт T_i кожного виду для всіх груп автомобілів, що обслуговуються на СТО, визначається як сума трудомісткості робіт кожної окремої групи:

$$T_i = T_i^I + T_i^{II} + T_i^{III}. \quad (2.7)$$

Річний обсяг допоміжних робіт на СТО визначається як частина від загального обсягу робіт на СТО:

$$T_{доп} = (T_{ТО і ПР} + T_{п-м(ТО)} + T_{a-k} + T_{п-в}) \cdot \frac{C_{доп}}{100}, \quad (2.8)$$

де $C_{доп}$ – доля (%) допоміжних робіт від загальної трудомісткості (приймається рівним 15...20);

$T_{ТО і ПР}$, $T_{п-м(ТО)}$, T_{a-k} , $T_{п-в}$ – річна трудомісткість відповідно робіт ТО і ПР, прибирально-мийних робіт перед ТО і ПР, робіт антикорозійної обробки та приймання-видачі автомобілів;

Розрахунок річного обсягу робіт ТО і ПР виконаний програмним способом. Результати розрахунків приведені в додатку А.

2.2 Розрахунок чисельності робітників

Розрізняють явочну чисельність виконавців робіт $P_{я}$, потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність $P_{ш}$, потрібну для виконання річної виробничої програми.

Явочна і штатна чисельність ремонтно-обслуговуючих робітників залежить від обсягу робіт на даній ділянці (зоні, посту) і фонду робочого часу:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{р.м.}}}; \quad P_{\text{ш}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{в.р.}}}, \quad (2.9)$$

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

$\Phi_{\text{р.м.}}$ – річний фонд часу робочого місця ремонтно-обслуговуючих робітників, год;

$\Phi_{\text{в.р.}}$ – річний ефективний фонд часу робітника з урахуванням трудових втрат, спричинених хворобою, виконанням державних обов'язків, відпусткою тощо, год.

Фонд часу робочого місця $\Phi_{\text{р.м.}}$ залежить від кількості вихідних і святкових днів у році і визначається за формулою:

- при 5-ти денному робочому тижні:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{пс}}, \quad (2.10)$$

- при 6-ти денному робочому тижні:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} - 2 \cdot D_{\text{пв}},$$

де $D_{\text{р.з.}}$ – кількість робочих днів у році відповідної зони чи ділянки, дні;

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

$D_{\text{пс}}$ – кількість передсвяткових днів, в які тривалість робочої зміни скорочується на одну годину ($D_{\text{пс}}$ рівна кількості святкових днів $D_{\text{св}}$);

Річний ефективний фонд часу робітника $\Phi_{\text{в.р.}}$ залежить від кількості днів основної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

$$\Phi_{\text{в.р.}} = \Phi_{\text{р.м.}} - (D_{\text{від}}^{\text{осн}} + D_{\text{від}}^{\text{дод}} + D_{\text{пов}}) \cdot \tau_{\text{зм}}, \quad (2.11)$$

де $D_{\text{від}}^{\text{осн}}$, $D_{\text{від}}^{\text{дод}}$ – кількість днів основної та додаткової відпусток;

$D_{\text{пов}}$ – кількість пропусків по хворобі та інших поважних причинах.

Розрахунок чисельності робітників виконаний програмним способом. Результати розрахунків приведені в додатку А.

2.3 Розрахунок кількості постів ТО і ПР

Розрахункова мінімальна кількість постів ТО і ПР (діагностування, ТО, регулювальних, розбирально-складальних, кузовних, фарбувальних та ін.), прибирально-мийних постів без застосування механізованих мийних установок, постів приймання-видачі, антикорозійної обробки та передпродажної підготовки автомобілів визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_n}{D_p \cdot c \cdot \tau_{зм} \cdot P_n \cdot \eta_n}, \quad (2.12)$$

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

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів (приймається рівним 1,15);

D_p – число днів роботи СТО, дні;

c – число робочих змін протягом доби;

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

P_n – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту;

η_n – коефіцієнт використання робочого часу поста.

Розрахунок кількості постів виконаний програмним способом. Результати розрахунків приведені в додатку А.

2.4 Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання

Річний обсяг робіт ТО і ПР автомобілів розподіляється за видами робіт та місцем їх виконання. Розподіл виконується згідно з ОНТП-01-91 у відсотковому відношенні:

$$T_{в.р} = T_{ТО \text{ і } ПР} \cdot \frac{C_{в.р}}{100}, \quad (2.13)$$

де $T_{в.р}$ – розрахункова трудомісткість окремого виду робіт, люд.-год;

$T_{ТО \text{ і } ПР}$ – річна трудомісткість робіт ТО і ПР, люд.-год;

$C_{в.р}$ – частка (%) окремого виду робіт від річної трудомісткості робіт ТО і ПР

Для кожного виду робіт визначається необхідна чисельність виробничих робітників P_d та кількістю робочих постів X .

Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання виконаний програмним способом. Результати розрахунків приведені в додатку А.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРОБКИ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ

3.1 Організація виробничих підрозділів

Даний підрозділ повністю виконується із застосуванням програмного забезпечення "Worklab-AutoService – технологічний розрахунок і проектування АТП та СТО". Результати виконання приведені в додатках.

Розподіл різних видів робіт ТО і ПР між виробничими підрозділами підприємства виконується з метою визначення місць виконання окремих операцій технологічного процесу згідно теми проекту.

Для можливості вибору виробничого підрозділу в якому повинні виконуватись операції заданого технологічного процесу необхідно виконати процедуру організації виробничих підрозділів підприємства в цілому.

Організація окремих виробничих підрозділів АТП чи СТО виконується на основі аналізу розподілу робіт ТО і ПР за видами і місцем виконання у такій послідовності:

1. Визначаємо види робіт ТО і ПР, які планується виконувати на підприємстві, і види робіт, виконання яких недоцільне в умовах даного підприємства.

2. Об'єднуємо (за необхідності) різні види робіт ТО і ПР, схожі за технологією виконання.

3. Визначаємо перелік необхідних виробничих підрозділів підприємства (зон ТО і ПР та ремонтних дільниць), а також перелік робіт, які планується в них виконувати (визначити місця виконання кожного виду робіт ТО і ПР на підприємстві).

4. Вибираємо і обґрунтовуємо форму організації та метод виконання робіт діагностування, обслуговування і постових робіт ПР у відповідних виробничих підрозділах.

5. Визначаємо зміст і загальну схему організації всього комплексу робіт, які виконуються в кожному створеному виробничому підрозділі, охарактеризовуємо виробничі зв'язки між підрозділами

Формування виробничих підрозділів виконане програмним способом. Результати приведені в додатку Б.

3.2 Вибір виробничого підрозділу та загальна організація виробничого процесу

Згідно з темою роботи, розробляється технологічний процес діагностування рульового керування автомобіля «Toyota Camry».

Місце виконання (виробничий підрозділ) діагностування рульового керування автомобіля «Toyota Camry» вибираємо виходячи з наступного:

- по-перше, на основі аналізу відмов і несправностей та можливих робіт поточного ремонту діагностування рульового керування автомобіля «Toyota Camry»;

- по-друге, базуючись на існуючих (сформованих) виробничих підрозділах підприємства, в яких можуть виконуватись роботи діагностування рульового керування автомобіля «Toyota Camry».

Роботи діагностування рульового керування автомобіля «Toyota Camry» виконуються на посту діагностики.

Універсальний пост діагностики призначений для виконання діагностичних робіт Д-1 і Д-2. Даний пост об'єднує в собі роботи із загального і поглибленого діагностування всіх систем автомобіля. Роботи з діагностування, як правило, виконуються перед виконанням технічного обслуговування чи поточного ремонту. А саме:

I. Роботи знизу автомобіля в оглядовій канаві. Діагностування трансмісії, ходової частини, рульового керування. Огляд двигуна знизу.

II. Діагностування ходової частини і рульового керування з використанням стенда з вібраційними майданчиками.

III. Діагностування двигуна і його систем з використанням мотортестера та газ аналізатора. Діагностування електронного та електричного обладнання автомобіля.

IV. Діагностування двигуна за потужністю та діагностування гальмівної системи з використанням стенда з біговими барабанами.

3.3 Підбір технологічного обладнання

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

Обладнання для проведення робіт на постах зон ТО, ПР, діагностики, а також для ремонтних дільниць, приймається у відповідності з технологічною необхідністю, виходячи з умов забезпечення технологічного процесу виконання робіт ТО або ПР.

Все обладнання необхідно поділити на чотири групи:

1) підйомно-транспортне і підйомно-оглядове обладнання – призначене для піднімання і транспортування важких агрегатів і вузлів автомобілів, а також для піднімання й огляду самих автомобілів та проведення робіт ТО і ПР знизу і збоку автомобіля;

2) основне технологічне обладнання і прилади – стаціонарні, пересувні та переносні стенди, верстати і прилади (загальновиробничі і спеціалізовані), діагностичне обладнання, ремонтне обладнання, мийні установки та ін.;

3) організаційна оснастка і допоміжне обладнання – верстаки, столи, шафи, стелажі, ящики, підставки, цистерни, посудини, пожежні щити, вогнегасники, електророзподільні щити, майданчики та ін.;

4) пристрої та інструменти – універсальні та спеціалізовані пристрої для виконання окремих операцій, універсальні та спеціалізовані комплекти інструментів, різноманітні універсальні та спеціалізовані інструменти та ін.

3.4 Організація робочих місць у виробничому підрозділі

Розподіл робіт в межах поста діагностики виконується між робочими місцями і виконавцями. Всі роботи з діагностування виконуються в дільниці ТО і ПР. До розподілу беремо загальну трудомісткість діагностичних робіт. Розподіл виконуємо в такому порядку:

1. Попередньо складаємо відомість технологічного обладнання. При цьому необхідно врахувати види робіт, які планується виконувати в межах даного виробничого підрозділу.

2. Користуючись типовими планами зон ТО і ПР та дільниць ПР, на основі загального виробничого процесу, виконуємо попереднє планування з розташуванням вибраного технологічного обладнання.

3. Визначаємо кількість і розташування робочих місць у приміщенні та перелік і орієнтовні обсяги робіт, які планується виконувати на кожному робочому місці.

4. Виходячи з орієнтовного обсягу робіт, визначаємо розрахункову кількість робітників на кожне робоче місце (аналогічно визначенню чисельності робітників для цілої дільниці). Якщо розрахункова кількість робітників на одному робочому місці менша одиниці, то один робітник закріплюється за кількома робочими місцями. Для організації робочих місць у виробничих підрозділах враховується явочна чисельність робітників.

5. Групуючи трудомісткості виконання різних робіт, домагаємося того, щоб кількість виконавців на робочих місцях була близька до цілого числа. Користуючись тарифно-кваліфікаційними довідниками вибираємо необхідні спеціальності і розряди робітників.

3.5 Розробка схеми технологічного планування

Схема технологічного планування передбачає схему розташування у приміщенні виробничого підрозділу технологічного обладнання та робочих місць у відповідному масштабі.

Орієнтовна площа зон ТО, ПР і діагностування ДТЗ визначається за формулою:

$$F_z = (F_a \cdot X_n + \sum F_{об}) \cdot K_{щп}, \quad (3.1)$$

де F_a – площа одного автомобіля, найбільшого за габаритами, m^2 ;

X_n – розрахункове число постів у відповідній зоні;

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

$K_{щп}$ – коефіцієнт щільності розташування постів (приймається рівним 4...6. Менші значення $K_{щп}$ вибираються для великогабаритних ДТЗ і при числі постів не більше 10).

Площі виробничих ділянок ПР визначаються сумарною площею виробничого обладнання та щільністю його розташування:

$$F_d = K_{щ} \cdot \sum F_{об}, \quad (3.2)$$

де $K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розташування обладнання.

Параметри приміщення виробничого підрозділу визначені програмним способом. Схема технологічного планування приведена в додатках та в аркуші графічної частини.

3.6 Огляд методів діагностування приводів передніх коліс

Для оцінки технічного стану вузлів та агрегатів автомобіля розроблено велику кількість методів діагностування, що відрізняються за параметрами вимірювання, принципом вимірювання, способом визначення, засобами діагностування і т.д.

Регулярне обслуговування та діагностування при необхідності приводів передніх коліс є важливими аспектами підтримки належної роботи автомобіля [6].

Для діагностування приводів передніх коліс використовують один із двох запропонованих методів (можна використовувати обидва). Перший полягає в тому, щоб вибрати пряму ділянку дороги (без поворотів) з великою кількістю вибоїн і проїхатися нею на невеликій швидкості. Якщо внутрішній

ШРКШ несправний, він постукуватиме при такій їзді.

Другий метод універсальніший. Для цього потрібно завантажити задню частину автомобіля (завантажити багажник). При цьому передня частина автомобіля трохи підніметься вгору, а її передня вісь трохи зігнеться. У такому положенні потрібно проїхати невелику відстань. Якщо внутрішній ШРКШ вийшов з ладу, він обов'язково захрумтить.

Існує ще один універсальний метод для діагностики як внутрішнього, так і зовнішнього шарніру кутових швидкостей. Він виконується за наступним алгоритмом:

1. Встановити колеса рівно.
2. Заглушити двигун, встановити нейтральну передачу або режим паркінгу та активувати ручне гальмо.
3. Вивісити одне з передніх коліс домкратом.
4. Запустити двигун і спробувати повільно "рушити" з місця. При цьому вивішене колесо обертатиметься.
5. Натиснути на гальмо педаль. Якщо несправний один із внутрішніх ШРКШ, він захрумтить, проте двигун продовжить працювати. Якщо шарнір справний, машина заглухне.

Якщо при цьому вивернути кермо вправо або вліво, можна діагностувати і поломку зовнішнього шарніра кутових швидкостей.

При значному зносі елементів внутрішнього ШРКШ найчастіше слідую його повна заміна, оскільки ремонт найчастіше недоцільний. Однак, щоб цього не трапилося якомога довше, необхідно періодично змінювати пильовик і набивати корпус шарніра спеціальним мастилом.

Цілісність пильовиків потрібно перевіряти, попередньо загнавши автомобіль на підйомник. При цьому також потрібно перевіряти відсутність витікання мастила з-під пильовиків. Якщо мастило видніється, то рекомендується демонтувати ШРКШ, розібрати його, промити внутрішні деталі, зібрати, поміняти мастило і пильовик. У разі, якщо в шарнірі є значні люфти та зношування — механізм потрібно замінити.

3.7 Огляд засобів діагностування приводів передніх коліс

Правильне обслуговування та діагностування приводів передніх коліс є ключовими аспектами для забезпечення надійності та безпеки руху автомобіля. Регулярний огляд приводів передніх коліс дозволить виявити потенційні проблеми на ранніх стадіях і уникнути дорогого ремонту в майбутньому. Для діагностування приводів передніх коліс автомобілів можна застосовувати різного типу обладнання [6, 8, 9].



1 – стовп з гвинтовим механізмом; 2 – електродвигун; 3 – пульт керування; 4 – підхвати;
5 – синхронізація між стовпами

Рисунок 3.1 – Підіймач

Підіймач (рис. 3.1). Призначений для піднімання і вивішування автомобіля під час проведення робіт діагностування, обслуговування чи ремонту. Підіймач є одним із найбільш поширеного автомобільного технологічного обладнання. Основою підіймача є масивні стояки з підхватами, що прокручуються і можуть змінювати свою довжину. Підхвати підводяться до відповідних місць на кузові чи рамі автомобіля. Піднімання автомобіля здійснюється синхронно на обох стояках. Залежно від типу підіймача привід

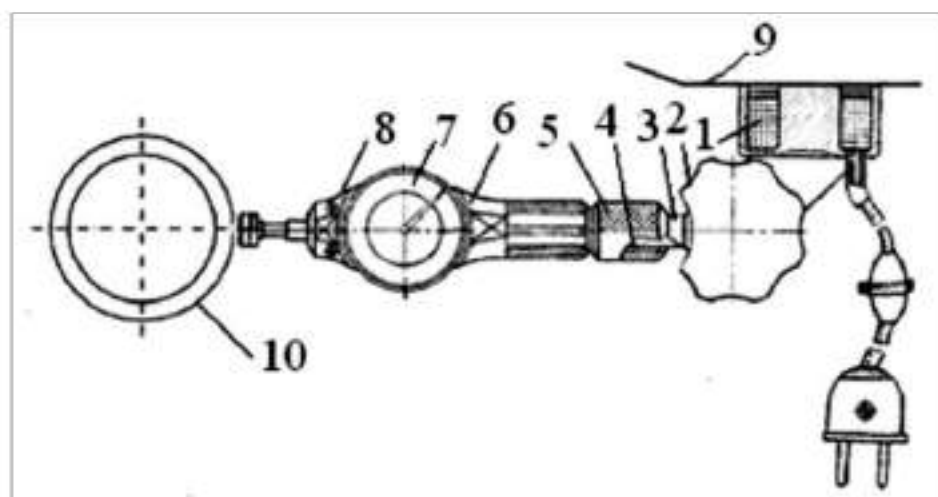
може бути електромеханічним або гідравлічним. В першому випадку піднімання здійснюється за рахунок прокручування гвинтового механізму, а в другому випадку – за рахунок накачування мастила під тиском. Висота піднімання автомобіля забезпечує зручний доступ до агрегатів і систем знизу, а також можливості їх заміни. Під час роботи з підіймачем обов'язково застосовуються страхувальні упорні підставки, що встановлюються під автомобіль.

Домкрат (рис. 3.2). Призначений для вивішування окремих коліс або однієї осі автомобіля. Домкрат є досить поширеним обладнанням, що застосовується при проведенні робіт пов'язаних із ходовою частиною або гальмівними механізмами автомобіля. В більшості випадків домкрат застосовується при відсутності підіймача або в дорожніх умовах. Упор домкрата підводиться до відповідного місця на кузові чи рамі автомобіля. Піднімання здійснюється ручним приводом для гідравлічних або механічних домкратів. В домкратах з пневматичним приводом відкривається кран і стиснене повітря подається в пневмокамеру чи пневмоциліндр домкрата. Для опускання домкрата служить зворотний клапан. Під час роботи з домкратом обов'язково застосовуються страхувальні упорні підставки.



1 – шток гідроциліндра; 2 – корпус гідроциліндра; 3 – важіль; 4 – упор;
5 – колеса підкатні; 6 – ручка гідроциліндра; 7 – рама

Рисунок 3.2 – Домкрат автомобільний



1 – електромагніт; 2 – рукоятка; 3 – важіль; 4 – сухар; 5 – затискач; 6 – корпус;
7 – індикатор; 8 – кришка; 9 – днище кузова автомобіля; 10 – приводний вал

Рисунок 3.3 – Прилад КИ-8902А

Для перевірки биття валів приводів передніх коліс застосовують **прилад КИ-8902А** (рис. 3.3), який складається з електромагніту та прикріпленого до нього через шарнір та телескопічний затиск індикатора переміщень вартового типу. Пристосування кріпиться до рами машини за допомогою електромагніта, підключеного до бортової мережі напругою 12 В. При діагностуванні вивішують ведучі колеса і включають нейтральну передачу. Використовуючи шарнір та телескопічний затискач приладу, доводять повідець індикатора до зіткнення з валом приводу передніх коліс і, повернувши його на один оберт, визначають биття, яке для вантажних автомобілів за середньостатистичними даними не повинно перевищувати 2,0 мм. Фактичні значення необхідно уточнювати за експлуатаційною документацією на конкретний автомобіль.

Контроль зносу сполучених деталей шарнірів карданного валу та його шліців, шарнірів рівних кутових швидкостей передньопривідних автомобілів визначають візуально щодо відносного зміщення при похитуванні. Биття карданного валу (або півосі зі ШРКШ) у центрі не повинно перевищувати 1,2 мм.

3.8 Розробка маршрутної технології

На основі технологічного процесу визначається перелік і послідовність операцій, які входять у даний технологічний процес. Цей перелік подається у вигляді маршрутної технологічної карти [8].

При розробці маршрутної технології рекомендується розробити одну маршрутну технологічну карту на весь технологічний процес. Мета розроблення маршрутної технологічної карти полягає в тому, щоб визначити:

- повний перелік і послідовність операцій (без визначення переліку переходів у межах кожної операції);
- місце виконання кожної операції;
- технологічне обладнання, пристрої та інструмент, які будуть застосовуватись при виконанні кожної операції.

Маршрутна технологічна карта

Зміст робіт: Діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

Зона (дільниця, пост): Універсальний пост діагностики

Число виконавців, спеціальність, розряд: один, автослюсар, IV розряду

Номер і назва операції	Номер робочого місця	Технологічне обладнання	Організаційна оснастка	Пристрої та інструменти
1. Встановити автомобіль на пост	Універс. пост діагност.	підйомник	-	-
2. Перевірити пильовики	Універс. пост діагност.	підйомник	-	-
3. Перевірити биття валів	Універс. пост діагност.	підйомник	верстак слюсарний	прилад КИ-8902А

3.9 Розробка операційної технології

Операційна технологія передбачає детальну розробку кожної операції технологічного процесу на окремому робочому місці. При цьому визначається перелік переходів технологічної операції.

На основі маршрутної карти розробляються технологічні карти на виконання окремих операцій. До таких карт відносять операційні технологічні карти, які являють собою послідовність переходів окремої операції технологічного процесу. Для кожної операції, наведеної в маршрутній карті, може бути розроблена окрема операційна карта [8].

В даному підрозділі роботи представлено розроблені операційні технологічні карти:

- перевірка пильовиків;
- перевірка биття валів.

Операційна технологічна карта

Зміст роботи (операція №2) Перевірка пильовиків

Зона (дільниця, пост) Універсальний пост діагностики

Число виконавців, спеціальність, розряд 1, автолюсар, 4-й розряд

Номер і назва переходу	Технологічне обладнання, оснастка	Пристрої та інструменти	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4
1. Встановіть автомобіль на підйомник.	Підйомник	-	-
2. Огляньте захисні чохли зовнішніх і внутрішніх шарнірів.	Підйомник	-	 На чохлах не повинно бути тріщин та розривів. Пошкоджені чохли замінити.
3. Перевірте щільність прилягання поясів чохла та надійність кріплення хомутів.	Підйомник	-	Чохол не повинен прокручуватися на шарнірі, а хомути – на чохлі.

Операційна технологічна карта

Зміст роботи (операція №3) Перевірка биття валів

Зона (дільниця, пост) Універсальний пост діагностики

Число виконавців, спеціальність, розряд 1, автослюсар, 4-й розряд

Номер і назва переходу	Технологічне обладнання, оснастка	Пристрої та інструменти	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4
1. Встановіть автомобіль на підйомник.	Підйомник	-	-
2. Перевірте поперечний люфт валу приводу, похитуючи його рукою.	Підйомник	-	Відчутного люфту не повинно бути.
3. Встановіть прилад КИ-8902А під автомобіль та включіть нейтральну передачу.	Підйомник	прилад КИ-8902А	-
4. Використовуючи шарнір та телескопічний затискач приладу, доводять повідець індикатора до зіткнення з валом приводу передніх коліс і, повернувши його на один оберт, визначають биття.	Підйомник	прилад КИ-8902А	Фактичні значення необхідно уточнювати за експлуатаційною документацією на конкретний автомобіль. Биття півосі зі ШРКШ у центрі не повинно перевищувати 1,2 мм.

3.10 Розрахунок ступеня механізації технологічного процесу

Ступінь механізації визначає заміну робочих функцій людини реально застосуванням обладнанням у порівнянні з повністю автоматизованими технологічними процесами. Кількість робочих функцій людини, що замінюються обладнанням, визначається «ланковістю» обладнання, яка характеризує його досконалість (таблиця 3.1) [8].

Таблиця 3.1 – Класифікація обладнання по кількості ланок,
що в ньому містяться

Робочі функції, що замінюються машинами	Характеристика безпосередньої участі робітника у виробничому процесі	Групи технічних засобів
1	2	3
Ручний інструмент. Кількість ланок $Z = 0$		
-	Виконання всіх робочих функцій	Ручні пристосування, мультиметри, гайкові ключі, викрутки, лінійки
Машина ручної дії. Кількість ланок $Z = 1$		
Передавальний механізм передає зусилля людини знаряддю праці	Безперервно: передача знаряддю праці необхідних зусиль; просторова орієнтація знаряддя і предмету праці, управління процесом	Механічні пристрої з ручним приводом (прес, таль, дріль, транспортний візок, домкрат, мийні щітки, підйомники з ручним приводом, контрольно-діагностичні прилади без підведення зовнішньої енергії)
Механізовано-ручна машина. Кількість ланок $Z = 2$		
Машина-двигун є джерелом руху знаряддя праці, який перетворюється за допомогою передавального механізму	Безперервно: просторова орієнтація і взаємне переміщення машини, знаряддя і предмету праці, управління процесом	Механізми з електро- і гідроприводом (електроточило, електродріль, пневмогайковерти, газові пальники, електропаяльники, підйомники, стенди для поточного ремонту з приводом обертання, маслороздавальне устаткування, діагностичні прилади з підведенням зовнішньої енергії)
Механізована машина. Кількість ланок $Z = 3$		
Машина-двигун є джерелом руху знаряддя праці і предмету праці. Передавальний механізм передає рух знаряддю праці або предмету праці, а також зусилля взаємного переміщення машини-знаряддя і предмету праці	Безперервно: поєднання зусилля взаємного переміщення машини-знаряддя і предмету праці, управління процесом. Періодична заміна предмету праці	Обладнання без системи автоматичного керування, універсальні верстати, преси, авто- та електро-крани, навантажувачі, кран-балки, контрольно-діагностичні стенди, балансувальні стенди, металообробні верстати, автомобілі

1	2	3
Машина-напівавтомат. Кількість ланок $Z = 3,5$		
Додатково до функції механізованої машини ($Z = 3,0$) машина-двигун передавальним механізмом взаємно переміщує машину-знаряддя і предмет праці. Контрольно-керуючий пристрій забезпечує роботу машини в автоматичному режимі протягом основного часу операції	Робочий вільний протягом основного часу операції. Періодична заміна предмету праці і часткове керування процесом. Контроль і заміна знаряддя праці, налагодження машини	Машини з пристроєм автоматичного управління технологічним циклом. Автоматичні повітророздавальні колонки, автоматичні установки миття автомобілів без конвеєрів, автоматизоване діагностичне обладнання, електровулканізатори
Машина-автомат. Кількість ланок $Z = 4$		
Додатково до функцій машини-напівавтомата контрольно-керуючий пристрій забезпечує автоматичне повторення робочого циклу при зміні однотипних предметів праці	Робочий вільний протягом виконання операції над партією однотипних предметів праці. Часткове управління процесом, контроль і заміна знарядь праці, періодичне налагодження машини	Металообробні верстати-автомати, гальванічні ванни, сушильні і фарбувальні комплекси, які налагоджені автоматично. Автоматичні лінії миття автомобілів із конвеєром. Роботи-маніпулятори. Штабелери з автоматичною адресацією

Розрахунок і аналіз ступеня механізації робіт у даному технологічному процесі є одним із чинників, який дає можливість зробити висновки про вдосконалення технології виконання заданих робіт, зменшення їх трудомісткості, покращення умов праці робітників.

Ступінь механізації виробничих процесів визначається за формулою:

$$C_M = \frac{Z_1 \cdot M_1 + Z_2 \cdot M_2 + Z_3 \cdot M_3 + Z_{3,5} \cdot M_{3,5} + Z_4 \cdot M_4}{4 \cdot n} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

де $Z_1, Z_2, Z_3, Z_{3,5}, Z_4$ – «ланковість» обладнання відповідно рівна 1; 2; 3; 3,5; 4 (див. таблицю 2.1);

$M_1, M_2, M_3, M_{3,5}, M_4$ – кількість механізованих переходів (операцій), що виконуються з використанням обладнання відповідно із «ланковістю» $Z_1, Z_2, Z_3, Z_{3,5}, Z_4$;

n – загальна кількість операцій.

Розрахунок ступеня механізації виконується окремо для кожної операції технологічного процесу, які перелічені в маршрутній технологічній карті.

Розрахунок ступеня механізації операції №2 «Перевірка пильовиків» виконується у відповідності з розробленою операційною технологічною картою у такій послідовності:

- 1) загальна кількість переходів у технологічній карті $n = 3$;
- 2) дана операція вимагає застосування лише підйомника (ланковість $Z = 3$);
- 3) згідно з операційною технологічною картою визначаємо кількість переходів, які виконуються із застосуванням обладнання наведеного в п. 2. Результати доцільно звести в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники визначення ступеня механізації технологічного процесу операції №2 «Перевірка пильовиків»

Обладнання, прилади, пристрої	Кількість ланок	Кількість переходів
Підйомник	$Z = 3$	$M = 3$

Тоді

$$C_{M\#2} = \frac{Z_1 \cdot M_1}{4 \cdot n} \cdot 100\% = \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 3} \cdot 100\% = 75\%.$$

Розрахунок ступеня механізації операції №3 «Перевірка биття валів» виконується у відповідності з розробленою операційною технологічною картою у такій послідовності:

- 1) загальна кількість переходів у технологічній карті $n = 4$;
- 2) дана операція вимагає застосування підйомника (ланковість $Z = 3$) та прилад КИ-8902А (ланковість $Z = 3,5$);
- 3) згідно з операційною технологічною картою визначаємо кількість переходів, які виконуються із застосуванням обладнання наведеного в п. 2. Результати доцільно звести в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники визначення ступеня механізації технологічного процесу операції №3 «Перевірка биття валів»

Обладнання, прилади, пристрої	Кількість ланок	Кількість переходів
Підйомник	$Z = 3$	$M = 4$
Прилад КИ-8902А	$Z = 2$	$M = 2$

Тоді

$$C_{\text{мех}} = \frac{Z_2 \cdot M_2 + Z_3 \cdot M_3}{4 \cdot n} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 4}{4 \cdot 4} \cdot 100\% = 100\%.$$

3.11 Автоматизація процесу діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

3.11.1 Математична модель визначення технічного стану приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

За рахунок автоматизації логічного процесу постановки діагнозу можна попередити несправності об'єкта діагностування.

Вирішення задачі автоматизації логічного процесу постановки діагнозу вимагає розробки моделей елементів приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 як об'єктів діагностування, що описують на одному математичному рівні взаємозв'язки між безліччю можливих несправностей та безліччю значень діагностичних параметрів.

Заміна об'єкта діагностування моделлю пов'язана з виділенням основних, істотних для постановки діагнозу елементів і властивостей, пов'язаних із завданням визначення дійсного технічного стану об'єктів. При цьому деяка кількість елементів і зав'язків об'єкта, виключно важливих з точки зору його функціонування як пристрою, призначеного для виконання певної роботи, стають другорядними і при розробці моделі технічного пристрою, як об'єкта діагностування, можуть бути виключені.

Заміна реальних технічних пристроїв їх ідеалізованими моделями дозволяє широко використовувати різні математичні методи. Під

математичною моделлю об'єкта діагностування розуміють безліч аналітичних, логічних, статистичних, графічних і взагалі будь-яких якісних співвідношень, які пов'язують вихідні параметри об'єкта з його вхідними і внутрішніми параметрами.

Найбільш універсальною моделлю об'єкта діагностування є представлення його у вигляді «чорного ящика», вхідні і вихідні параметри якого мають кінцеву множину значень. Передбачається, що всі можливі стани об'єкта утворюють кінцеву множину станів. В даному випадку об'єкт є «чорним ящиком» не тому, що його внутрішня структура і параметри повністю не відомі, а тому, що накладається заборона на доступ до них і стан об'єкта можна визначати, тільки досліджуючи його вихідні параметри (без розбирання).

Для представлення об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика» необхідно задати (рис. 3.4):

- кількість всіх вхідних дій Y від стимулюючих пристроїв і зовнішнього середовища;
- кількість всіх вихідних ознак несправності C ;
- кількість всіх несправностей об'єкта діагностування B ;
- оператор A , який перетворює кількості B та Y в кількість C :

$$C = A\{Y, B\}. \quad (3.4)$$

Враховуючи те, що під час проведення діагностування елементи кількості Y стабілізуються (або змінюються за заданим законом), вираз (3.4) перетвориться у вид:

$$C = A\{B\}. \quad (3.5)$$

Іншими словами, будь-який вихідний параметр об'єкта діагностування є функцією його технічного стану при даному стані входів.

Якщо несправність об'єкта діагностування $\{B_i\}$ віднести до вихідних параметрів автоматизованої системи, то діагностична задача формулюється наступним чином: по відомим ознакам несправності $\{C_j\}$ визначити невідомі

несправності об'єкта діагностування $\{B_i\}$.

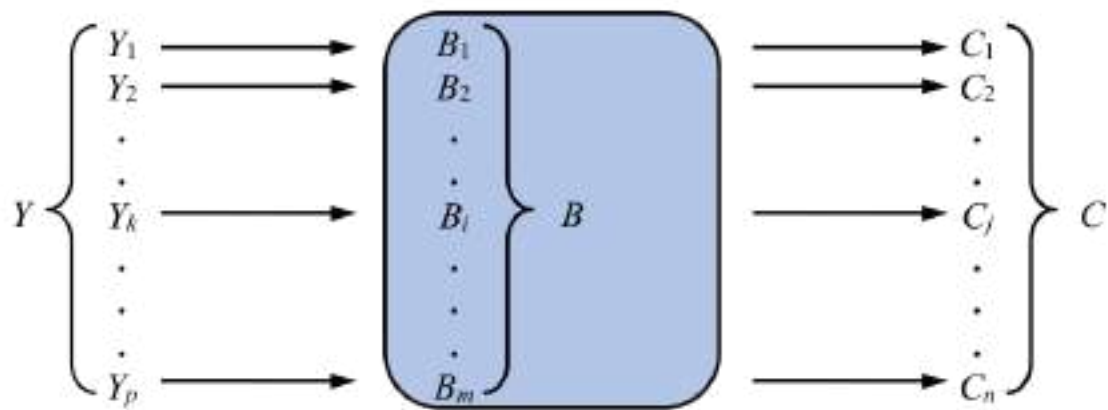


Рисунок 3.4 – Представлення об'єкта діагностування

Для успішного вирішення цього завдання необхідно знати вид оператора A , іншими словами, необхідний вичерпний опис зв'язків між усіма вихідними параметрами і всіма можливими станами (несправностями) об'єкта.

Нижче описується ряд моделей об'єктів діагностування, в яких різні форми опису зазначених взаємозв'язків відрізняються одна від одної.

При наявності аналітичної моделі об'єкта діагностування завдання постановки діагнозу в загальному вигляді формулюється таким чином. За даними ознаками несправності $C_1, C_2, \dots, C_n$, отриманих в результаті відповідних вимірювань, визначити технічний стан (несправності) об'єкта діагностування $B_1, B_2, \dots, B_m$, якщо відомі функціональні залежності між кожним діагностичним сигналом і структурними параметрами:

$$\begin{cases} C_1 = \phi_1(B_1, B_2, \dots, B_m); \\ C_2 = \phi_2(B_1, B_2, \dots, B_m); \\ \dots \dots \dots \\ C_j = \phi_j(B_1, B_2, \dots, B_m); \\ \dots \dots \dots \\ C_n = \phi_n(B_1, B_2, \dots, B_m). \end{cases} \quad (3.6)$$

Система рівнянь (3.6) є математичною моделлю об'єкта діагностування, що має m структурних параметрів і n діагностичних сигналів.

Очевидною перевагою постановки діагнозу з використанням аналітичної

моделі є можливість отримання конкретної несправності об'єкта діагностування, що дозволяє визначити технічний стан об'єкта не тільки в момент діагностування, але і, накопичуючи інформацію, отриману за кілька діагностичних обстежень об'єкта, аналізувати зміну структурних параметрів з метою прогнозування його технічного стану.

Однак практичне використання такої аналітичної моделі поки обмежено в силу таких обставин:

- вид функцій φ_j для більшості вузлів і механізмів поки не встановлений;
- якщо функція φ_j не задовольняє умовам безперервності і диференціювання по кожному з своїх аргументів, що зазвичай має місце в реальних моделях, то рішення системи рівнянь (3.4) пов'язано з великими математичними труднощами;
- більшість діагностичних параметрів, в принципі не можуть бути виражені у вигляді аналітичних функцій структурних параметрів.

У ряді робіт з технічного діагностування машин і механізмів, можливі технічні стани (несправності) агрегатів і систем та ознаками цих несправностей описуються у вигляді так званих діагностичних матриць [11, 12].

З досвіду багаторічної експлуатації автомобілів в таблиці 3.1 представлена матриця діагностування приводів передніх коліс автомобілів Peugeot 408, якими вони оснащуються [2-4].

В матриці діагностування позначимо наступні несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408: B_1 – Сильний знос зовнішнього шарніра приводу колеса; B_2 – Деформація валу приводу колеса; B_3 – Знос роликів внутрішнього шарніра; B_4 – Ослаблення гайки кріплення маточини; B_5 – Знос або пошкодження обойми внутрішнього шарніра.; B_6 – Знос або пошкодження зовнішнього шарніра; B_7 – Ослаблення гайки кріплення маточини; B_8 – Знос або розрив захисного чохла зовнішнього або внутрішнього шарнірів; B_9 – Недостатнє затягування хомутів; B_{10} – Биття вала приводу переднього колеса.

Також в матриці діагностування вводимо ознаки вище зазначених

несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408: C_1 – Вібрація під час руху автомобіля; C_2 – Погіршена керованість автомобіля; C_3 – Витікання мастила з шарнірів; C_4 – Шум, стукіт з боку переднього колеса під час руху автомобіля; C_5 – Стукіт при повороті автомобіля.

Таблиця 3.4 – Матриця діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

Несправність приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	Ознака несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
B_1	+	-	-	-	+
B_2	+	+	-	+	-
B_3	+	-	-	-	-
B_4	+	-	-	-	-
B_5	-	+	-	+	-
B_6	-	+	-	-	-
B_7	-	+	-	+	-
B_8	-	-	+	-	-
B_9	-	-	+	-	-
B_{10}	-	-	-	+	-

Як видно з таблиці 3.4, кожна несправність характеризується певною комбінацією значень її ознак, які можуть приймати два умовних значення: «-» або «+».

На перетині i -го рядка і j -го стовпця ставиться «+», якщо при наявності i -ої несправності спостерігається вихід j -ої ознаки з області її допустимих значень, в протилежному випадку ставиться «-».

Для синтезу такої матриці необхідно нескінченну кількість технічних станів об'єкта замінити кінцевою множиною технічних станів, кожний з яких пов'язано з певною несправністю (або їх комбінацією) або з працездатним станом (рис. 3.5).

Таке перетворення може бути записано у вигляді

$$\{B_i\}_\kappa = F_x\{B_i\}, \quad (3.7)$$

де $\{B_i\}$ – множина ознак технічних станів об'єкта діагностування, кожна з

яких може приймати в загальному випадку нескінченну кількість значень; $\{B_i\}_\kappa$ – кінцева множина ознак технічних станів об'єкта діагностування, кожна з яких може приймати лише два умовних значення «-» і «+», які відповідають відсутності та наявності i -ої несправності; $i = 1, 2, \dots, m$; F_x – оператор, який перетворює кількість $\{B_i\}$ в кількість $\{B_i\}_\kappa$ наступним чином: для будь-якого i -го параметру B_i присвоюється значення «-», якщо величина лежить в області допустимих значень, в протилежному випадку присвоюється значення «+».

Перетворення нескінченної кількості значень параметрів вихідних процесів в кінцеву кількість значень діагностичних параметрів може бути записано у вигляді

$$\{C_j\}_\kappa = F_x\{C_j\}, \quad (3.8)$$

де $\{C_j\}$ – кількість ознак вихідних процесів, кожна з яких може приймати в загальному випадку нескінченну кількість значень в певному інтервалі; $\{C_j\}_\kappa$ – кінцева кількість діагностичних ознак, кожна з яких може приймати тільки два умовних значення: «-» або «+»; $j = 1, 2, \dots, n$; F_x – оператор, що перетворює кількість $\{C_j\}$ в кількість $\{C_j\}_\kappa$ наступним чином: будь-якій j -ій ознаці C_j присвоюється умовне значення «-», якщо величина лежить в області значень, що відповідають справному стану об'єкта діагностування, в протилежному випадку присвоюється значення «+».

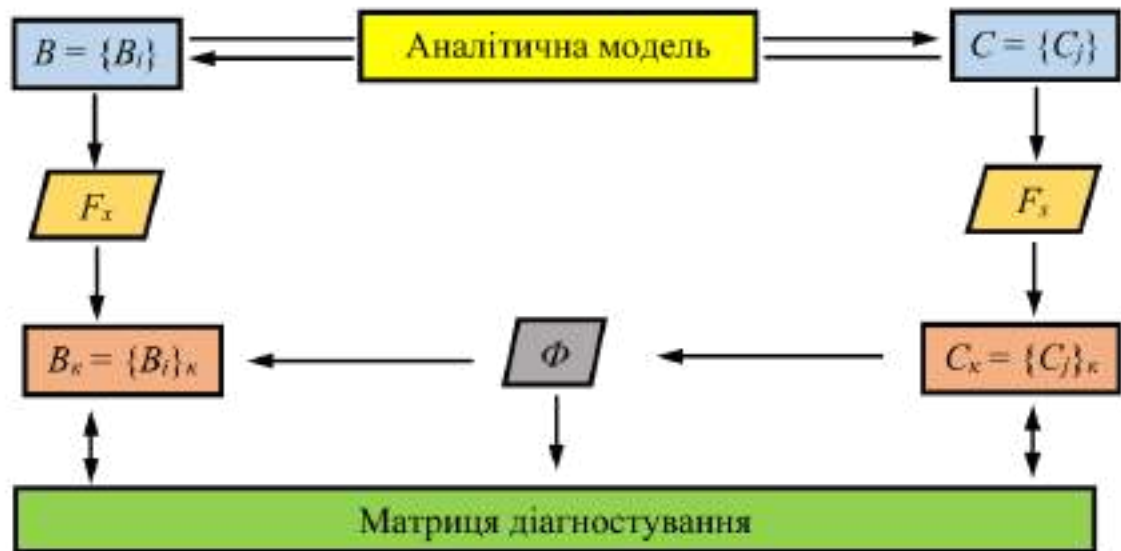
В результаті проведених перетворень отримано два кінцевих значення $\{B_i\}_\kappa$ і $\{C_j\}_\kappa$, елементи яких певним чином пов'язані один з одним.

У загальному вигляді цей зв'язок може бути виражений у вигляді

$$\{C_j\}_\kappa = \Phi \{B_i\}_\kappa, \quad (3.9)$$

де Φ – оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів.

Перетворення (3.9) відображає функціонування будь-якого технічного об'єкта як перетворювача кількості структурних параметрів у кількість діагностичних параметрів і є модифікацією моделі (3.4).



$B = \{B_i\}$ – нескінченна кількість технічних станів об'єкта; $B_k = \{B_i\}_k$ – кінцева кількість технічних станів; $C = \{C_j\}$ – нескінченна множина ознак технічних станів об'єкта; $C_k = \{C_j\}_k$ – кінцева множина ознак технічних станів об'єкта F_x – оператор, перетворюючий кількість $\{B_i\}$ в кількість $\{B_i\}_k$; F_y – оператор, який перетворює кількість $\{C_j\}$ в кількість $\{C_j\}_k$; Φ – оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів.

Рисунок 3.5 – Блок-схема синтезу матриці діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

Перетворення (3.9) можна розгорнути за допомогою системи (3.6).

Система рівнянь (3.6) пов'язує кожну ознаку несправності C_j з усіма структурними параметрами об'єкта діагностування, що відображає зв'язки між структурними параметрами і діагностичними сигналами.

Матриця діагностування, як модель об'єкта діагностування, показує, що вона є по суті справи табличною формою запису системи рівнянь (3.4).

Параметр C_1 в матриці діагностування можна розглядати як двозначну булеву функцію, яка залежить від аргументів B_1, B_2, B_3, B_4 . Булева функція залежить від аргументів B_1, B_2, B_3, B_4 , якщо має місце співвідношення

$$\phi(B_1, B_2, \dots, B_{i-1}, 0, B_{i+1}, \dots, B_m) \neq \phi(B_1, B_2, \dots, B_{i-1}, 1, B_{i+1}, \dots, B_m).$$

Як випливає з цього визначення та таблиці 3.1, C_1 істотно залежить лише від B_1, B_2, B_3, B_4 .

Залежність $C_1 = \phi_1(B_1, B_2, B_3, B_4)$ виражається в даному випадку в вигляді функції логічного додавання (диз'юнкція):

$$C_1 = B_1 + B_2 + B_3 + B_4.$$

Відповідний аналіз інших ознак несправностей дозволяє записати систему рівнянь (3.5) для даної матриці діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 у вигляді:

$$\begin{cases} C_1 = B_1 + B_2 + B_3 + B_4; \\ C_2 = B_2 + B_5 + B_6 + B_7; \\ C_3 = B_8 + B_9; \\ C_4 = B_2 + B_5 + B_7 + B_{10}; \\ C_5 = B_1. \end{cases} \quad (3.10)$$

Всі послідовні перетворення, що приводять до синтезу моделі об'єкта діагностування у вигляді діагностичної матриці, наочно представлені на блок-схемі (див. рис. 3.5). У тому випадку, коли модель об'єкта діагностування подана у вигляді діагностичної матриці, діагностична задача формулюється наступним чином: за ознаками несправностей $C_1, C_2, \dots, C_n$ отриманими при діагностуванні, потрібно визначити несправності $B_1, B_2, \dots, B_m$ в момент перевірки, якщо відомі функціональні залежності між діагностичними параметрами і всіма структурними параметрами, що задані у вигляді діагностичної матриці або системи рівнянь типу (3.10). Кожен структурний параметр і кожен діагностичний параметр приймає тільки одне значення: «-» або «+».

Очевидно що для вирішення діагностичної задачі необхідне зворотне перетворення кількості діагностичних параметрів в кількість структурних параметрів, тому що при постановці діагнозу відомими є саме значення діагностичних параметрів.

У загальному вигляді зворотне перетворення можна представити виразом

$$\{B_i\}_\kappa = \Phi^{-1} \{B_j\}_n,$$

або в розгорнутому вигляді

$$\begin{cases} B_1 = f_1(C_1, C_2, \dots, C_n); \\ B_2 = f_2(C_1, C_2, \dots, C_n); \\ B_m = f_m(C_1, C_2, \dots, C_n). \end{cases} \quad (3.11)$$

Вид функцій f_m неважко встановити в кожному конкретному випадку на основі наступних міркувань.

У діагностичній матриці розглянемо окремо один із рядків, наприклад, десятий. З матриці видно, що наявність несправності B_1 викликає одночасно вихід ознак C_1 та C_5 з області їх допустимих значень. Значення інших діагностичних параметрів при наявності тільки несправності B_1 залишаються в межах норми. Значить B_1 є булевою функцією, в даному випадку кон'юнкція (або функцією логічного множення):

$$B_1 = C_1 \cdot C_5.$$

Відповідний аналіз всіх інших стовпців розглянутої матриці дозволяє зворотне перетворення (3.6) записати у вигляді системи булевих функцій (кон'юнкцій):

$$\begin{cases} B_1 = C_1 \cdot C_5; & B_6 = C_2; \\ B_2 = C_1 \cdot C_2 \cdot C_4; & B_7 = C_2 \cdot C_4; \\ B_3 = C_1; & B_8 = C_3; \\ B_4 = C_1; & B_9 = C_3; \\ B_5 = C_2 \cdot C_4; & B_{10} = C_4. \end{cases} \quad (3.12)$$

Як видно з цього прикладу, процес постановки діагнозу на основі моделі об'єкта діагностування, вираженої у вигляді діагностичної матриці, складається з таких етапів:

- шляхом відповідних вимірювань і перетворень (3.8) встановлюються ознаки всіх несправностей $C_1, C_2, \dots, C_n$;
- значення діагностичних параметрів підставляються в систему булевих функцій (8);
- обчислюються значення всіх булевих функцій несправностей B_i ($i = 1, 2, \dots, m$) причому якщо $B_i = 1$, то в об'єкті є i -та несправність.

Виходячи з того, що об'єкт діагностування є працездатним лише у

випадку відсутності всіх несправностей, то функція його роботоздатності F_p набуде вигляду:

$$F_p = \bar{B}_1 + \bar{B}_2 + \bar{B}_3 + \dots + \bar{B}_{10}. \quad (3.13)$$

Повертаючись до блок-схеми синтезу матриці діагностування (див. рис. 3.5), можна сформулювати в загальному вигляді умову здійснення діагностування наступним чином: для виконання діагностування достатньо, щоб зворотне перетворення кількості ознак несправностей у кількість структурних параметрів (несправностей) об'єкта було однозначним.

Якщо при синтезі діагностичної матриці не виконана ця умова і в системі (3.11) є дві або більше рівних функцій, то перелік діагностичних параметрів необхідно доповнити новим параметром, який увійшов би в якості додаткового аргументу тільки в одну з розглянутих рівних функцій.

3.11.2 Автоматизація логічного процесу визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

Усі існуючі засоби автоматизації процесу постановки діагнозу можна умовно розділити на дві групи: пристрої, що засновані на використанні діагностичних матриць як моделей об'єкта діагностування, та пристрої, що засновані на використанні методів теорії розпізнавання образів.

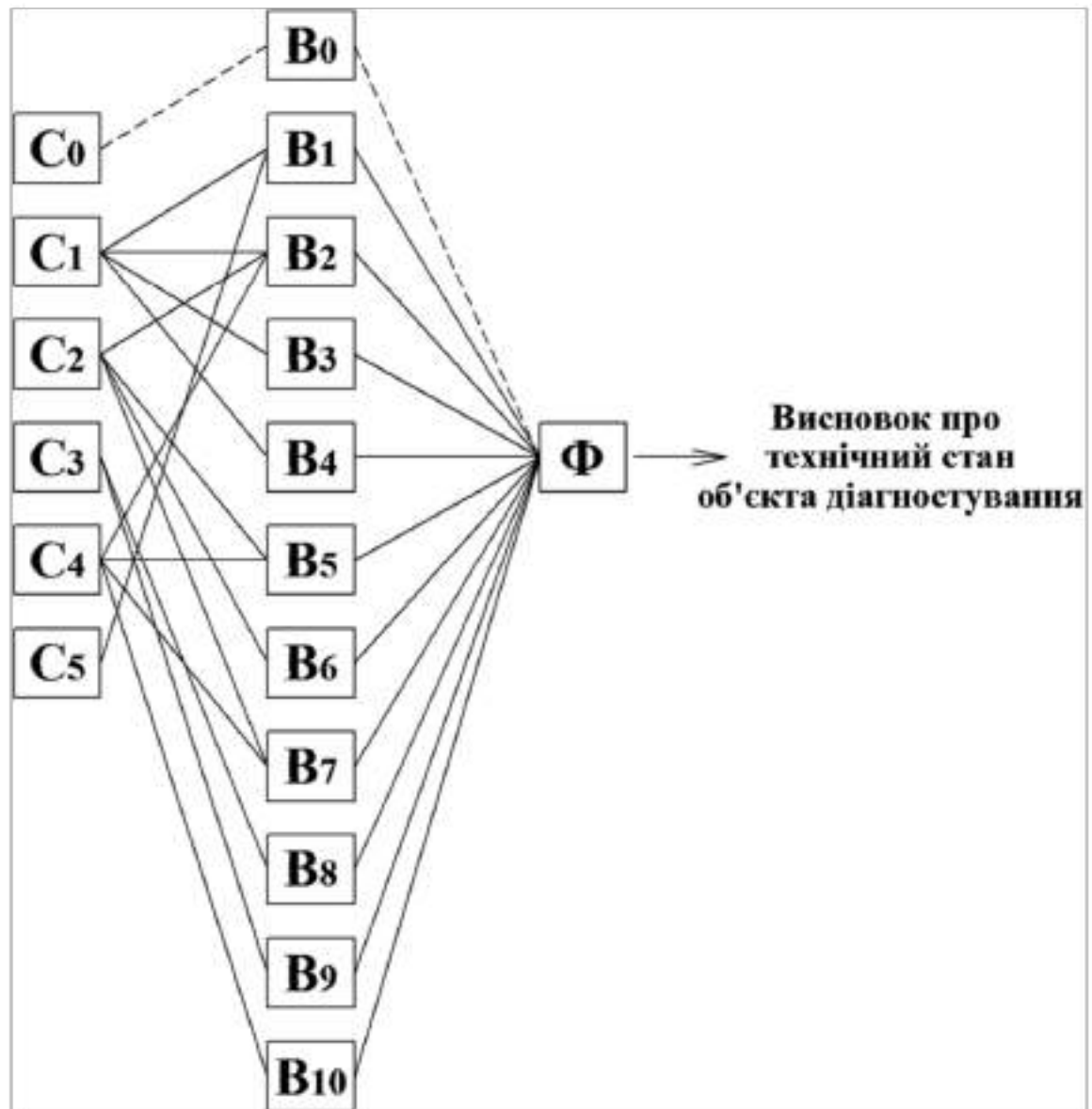
Аналіз сучасних діагностичних систем транспортних засобів свідчить про те, що існує об'єктивна науково-технічна проблема створення комплексних систем діагностування, побудованих на універсальних принципах, що забезпечують високий рівень достовірності постановки діагнозу та перспективних щодо масової реалізації як у стаціонарних стендах, так і систем бортового діагностування. Проектування систем діагностування вимагає створення алгоритму діагнозу та визначення нормативів.

Традиційні підходи реалізують ці два етапи окремо, що є їх суттєвим недоліком. Тим не менш, досить успішно застосовують діагностичні та експертні системи на основі інтелектуальних методів, таких як нечітка логіка

та нейронні мережі.

У задачах діагностування та прогнозування нечітка нейронна мережа відіграє роль універсального апроксиматора функції від декількох змінних.

На рис. 3.6 представлено штучну нейронну мережу для визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 функціонування якої визначається діагностичною матрицею (таблиця 3.1).



- $C_1 \dots C_5$ – ознаки несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 C_0 – відсутність ознак несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 $B_1 \dots B_{10}$ – несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 B_0 – роботоздатний стан приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 Φ – оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів

Рисунок 3.6 – Штучна нейронна система

Згідно з представленою штучною нейронною мережею несправності об'єкта діагностування B_i можна записати у вигляді булевої функції вхідних сигналів:

$$\begin{aligned} B_1 &= (C_1 + C_5) \cdot \bar{C}_2 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_4; \\ B_2 &= (C_1 + C_2 + C_4) \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_5; \\ B_3 &= C_1 \cdot \bar{C}_2 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_4 \cdot \bar{C}_5; \\ B_4 &= C_1 \cdot \bar{C}_2 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_4 \cdot \bar{C}_5; \\ B_5 &= (C_2 + C_4) \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_5; \\ B_6 &= C_2 \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_4 \cdot \bar{C}_5; \\ B_7 &= (C_2 + C_4) \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_5; \\ B_8 &= C_3 \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{C}_2 \cdot \bar{C}_4 \cdot \bar{C}_5; \\ B_9 &= C_3 \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{C}_2 \cdot \bar{C}_4 \cdot \bar{C}_5; \\ B_{10} &= C_4 \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{C}_2 \cdot \bar{C}_3 \cdot \bar{C}_5. \end{aligned}$$

Таким чином в основі функціонування штучної нейронної мережі лежить наступне припущення: за наявності в об'єкті діагностування несправності B_i в процесі діагностування завжди спостерігається хоча б одна із ознак, що мають «+» в i -му рядку матриці, і ніколи не з'являється жодна із ознак, що приймає значення «-» у i -му рядку.

Загалом локалізація несправностей за допомогою діагностичної матриці подібна до роботи системи нейронів.

Застосування штучних нейронних систем дозволить отримати підвищення швидкодії засобів діагностування за рахунок розпаралелювання потоків обробки діагностичної інформації.

Однією з найважливіших вимог, що висуваються до пристроїв для автоматичної постановки діагнозу під час перевірки вузлів та агрегатів автомобіля, є універсальність їх використання. Такі пристрої повинні:

- давати висновок про технічний стан (діагноз) будь-якого з перевірених агрегатів (систем) за заданою для них класифікацією станів (несправностей);
- оперативно перемикатися для роботи в декількох режимах відповідно до кількості агрегатів (систем), що перевіряються;

- мати можливість для оперативного пристосування своєї структури з метою встановлення діагнозу по будь-якій діагностичній матриці на будь-якому режимі роботи.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов роботи на дільниці

Згідно з темою роботи виконується процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408. Операції діагностування приводів передніх коліс автомобіля виконують на універсальному посту діагностики, який призначений для виконання діагностичних робіт Д-1 і Д-2.

На універсальному посту діагностики автомобілів проводять:

I. Роботи знизу автомобіля в оглядовій канаві. Діагностування трансмісії, ходової частини, рульового керування. Огляд двигуна знизу.

II. Діагностування ходової частини і рульового керування з використанням стенда з вібраційними майданчиками.

III. Діагностування двигуна і його систем з використанням мотортестера та газоаналізатора. Діагностування електронного та електричного обладнання автомобіля.

IV. Діагностування двигуна за потужністю та діагностування гальмівної системи з використанням стенда з біговими барабанами.

При роботі на універсальному посту діагностики автомобілів можуть виникати наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- 1) ураження електричним струмом працівників;
- 2) ураження стисненим повітрям та частинами шини у разі розриву;
- 3) падіння деталей, вузлів, агрегатів;
- 4) знижена температура повітря у холодний період року;
- 5) недостатня освітленість;
- 6) недостатній рівень надходження повітря у приміщенні;
- 7) швидка стомлюваність, послаблення уваги, головний біль у наслідок дії підвищених рівнів шуму та вібрації.

Організація та проведення робіт на універсальному посту діагностики автомобілів, розташування та експлуатація устаткування повинні відповідати Правилам з техніки безпеки і виробничої санітарії, а також [13, 14].

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Згідно санітарних норм об'єм приміщення на одного працюючого не повинен бути менше 15 м^3 , а площа на одну працюючого не менше $4,5\text{ м}^2$. Для переодягання на ділянці передбачені гардеробні, які обладнані у вигляді шафи для змінної одежі. Є умивальник з гарячою і холодною водою, обладнані полиці для мила і рушників. Є аптечка для надання першої медичної допомоги.

Згідно норм елементи приміщення і обладнання пофарбовані в раціональні відтінки: стеля і стіни – в білий колір; обладнання – в світло-зелений; пожежні засоби – в червоний; обертові частини обладнання пофарбовані в сигнальні кольори, попереджуючі про небезпеку. Обладнання розташоване вздовж стін, та біля постів. Ширина проходу – 2 м.

4.2.1. Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень визначається діючими на організм людини сукупністю температури, вологості, та швидкості руху повітря, а також температури оточуючих поверхонь.

Температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря може бути підвищеною і пониженою. Причиною цього можуть бути несприятливі погодні умови, недостатнє опалення в холодний період року, протяги.

Робота відноситься до робіт категорії II б. До цієї категорії відносяться роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням і пересуванням вантажів до 10 кг, які супроводжуються помірною фізичною напругою.

Для роботи характерні непостійні робочі місця, тому що робітники на них знаходяться не більше 50% всього робочого часу, або не більше 2-х годин безперервно.

Допустимі параметри повітря робочої зони приведені в таблиці 4.1.

У приміщенні необхідно підтримувати допустимі величини показників мікроклімату, так як вони встановлюються у випадках, коли по технологічним вимогам технічним і економічним причинам не забезпечуються оптимальні норми [15].

Таблиця 4.1 – Допустимі параметри повітря робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с		
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
		Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних					
Холодний	Середньої важкості ІІа	19-21	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не більше 0,3
Теплий	Середньої важкості ІІа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2 – 0,4

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Гранично допустима концентрація (норматив) – кількість шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яка за постійного контакту або взаємодії за певний проміжок часу не впливає на здоров'я людини і не спричинює небажаних наслідків у майбутніх поколіннях.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі спеціалізованому посту ремонту та заміни двигунів представлено в таблиці 4.2.

Для захисту від шкідливих речовин, що знаходяться в повітрі робочої зони діляниці застосовують такі заходи:

- 1) обладнання місцевою витяжною вентиляцією для видалення шкідливих речовин безпосередньо з місць їх утворення;
- 2) попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі спеціалізованому посту ремонту та заміни двигунів

Речовина	ГДК (максимальна) разова, мг/м ³	ГДК середньодобова, мг/м ³
Оксид сірки	0,5	0,05
Сірководень	0,008	0,008
Чадний газ	3,0	1,0
Оксиди азоту	0,4	0,06
Діоксиди азоту	0,2	0,04
Ацетон	0,35	0,35
Вуглекислий газ	5,0	3,0
Бенз(а)пірен	-	0,1 мкг/ 100 м ³
Бензин (нафтовий, малосірчистий – у перерахунку на вуглець)	5	1,5

4.2.3 Освітлення

До освітлення ставляться певні гігієнічні вимоги згідно [16]. Освітлення повинно бути рівномірним і достатнім для швидкого й легкого розрізнення об'єктів, забезпечувати деяку контрастність між об'єктом і фоном. Джерело світла не повинно засліплювати людину і створювати бліків на об'єкті, що розглядається.

Виробничі будівлі і робочі площадки підприємств освітлюються природним світлом небосхилу (прямим або відбитим), штучним світлом, а також комбінованим.

Коефіцієнт освітленості нормується з врахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення, характеристики зорової роботи, системи освітлення фону і контрасту об'єкта з фоном.

У діючих нормах проектування виробничого освітлення задаються кількісні (розмір мінімальної освітленості) і якісні характеристики (показник осліпленості і дискомфорту, глибина пульсації освітленості) штучного освітлення.

По задачам зорової роботи, приміщення відноситься до I групи. Це

приміщення, в яких виконується розпізнавання об'єктів зорової роботи при фіксованому направленні лінії зору працюючих на робочу поверхню. Тому характеристика зорової роботи найвищої точності. Розряд зорової роботи – I; підрозряд - б. Характеристика фона - темний, контраст об'єкта розпізнавання з фоном - сірий. Найменший розмір об'єкта розпізнавання: 0,1 мм.

Нормоване значення освітлення при комбінованому становить 750 лк. Освітлення при загальному освітленні в системі комбінованого – 150 лк.

Природне освітлення забезпечується подвійним вікном розміром 9×2м.

Таблиця 4.3 – Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізнення об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк		КПОн, %		КПОн, %	
						При комбінованому освітленні	При верхньому освітленні	При верхньому	При боковому	При верхньому	При боковому
Найвищої точності	0,1	I	б	середній	темний	4000	400	5	2	2,3	10

Коефіцієнт природного освітлення:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c, \quad (4.1)$$

де $e_n^{III} = 1,5$ – нормоване значення коефіцієнта природного освітлення для будівель у III поясі світлового клімату;

$m = 0,9$ – коефіцієнт світлового клімату;

$c = 0,75$ – коефіцієнт сонячності клімату.

Тоді

$$e_n^{IV} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,0125\%.$$

Для загального освітлення в системі комбінованого необхідно встановити газорозрядні лампи, освітленість яких складає близько 300 лк.

Параметри штучного та природного освітлення заносимо в таблиці 4.3.

4.2.4 Шум та вібрації

В дільниці поточного ремонту та ТО автомобілів основними джерелами шуму та вібрації являються підйомники, компресори та інструмент.

Рівні звукового тиску і їх фактичні і допустимі значення відповідно до [17] представлені в таблиці 4.4.

В якості акустичних засобів захисту від шуму застосовуються:

- звукопоглинаючі обшивки на редукторах приводів;
- звукоізоляція каналів витяжної вентиляції багат шаровими перегородками;
- звукоізолюючі кожухи на клинопасових передачах.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку в дБА на робочих місцях

Робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Допустимі
Універсальний пост діагностики	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Відповідно до таблиці 4.4, умови роботи на дільниці відповідають вимогам.

Основними характеристиками гігієнічної оцінки вібрації є середньо-геометричні частоти (Гц), у третинооктавних та октавних смугах і відповідні їм середньоквадратичні значення віброприскорення (м/с^2), або віброшвидкості (м/с) згідно [17].

Вибираємо категорію вібрації і її характеристику (таблиця 4.5).

Норми вібраційного навантаження при тривалості дії 8 годин представлено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 – Категорія вібрації і її характеристика

Категорія вібрації	Характеристика умов праці	Приклад джерела вібрації
2	Технологічна вібрація, яка діє на операторів	Кран-балка, установка для відбирання відпрацьованих газів

Таблиця 4.6 – Норми вібраційного навантаження при тривалості дії 8 годин

Тип вібрації	Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні коректовані по частоті і еквівалентні коректовані значення			
			віброприскорення		віброшвидкості	
			м/с ²	дБ	м/с	дБ
локальна	–	Х _л , У _л , Z _л	1,4	109	1,4×10 ⁻²	73
загальна	2	Х ₀ , У ₀ , Z ₀	0,25	158	2,5×10 ⁻²	114

В якості захисту від вібрації на дільниці застосовують:

- своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;
- застосовують засоби віброізоляції (віброізоляційні опори, пружні прокладки);
- застосовують засоби демпфування (пісок, гума, спеціальні пластини).

Відповідно до таблиці 4.6, умови роботи на дільниці відповідають вимогам.

4.4 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Техніка безпеки – це система організаційних і технічних засобів, які запобігають дії на працівників небезпечних виробничих чинників.

До роботи повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає технологічний процес, пройшов підготовку за правилами експлуатації обладнання, правилами техніки безпеки і гігієни.

Джерела освітлення, проводка та силові двигуни повинні бути надійно ізолювані.

Забороняється експлуатація несправного обладнання, технічного

інструменту, тощо. При несправному обладнанні вивішується табличка «Працювати заборонено» або «Не працює».

Робітники повинні забезпечуватись справними інструментами та інвентарем.

Забороняється застосування саморобних нагрівальних пристроїв.

Відпрацьовані матеріали повинні прибиратися після кожної зміни.

Для захисту рук від агресивних середовищ застосовують рукавиці і халати.

Особливу увагу необхідно приділяти при роботі з автомобільним підйомником.

Особливу увагу також слід приділяти робочому місцю. Органи керування повинні бути надійними, легкодоступними, зручними в користуванні. Їх розташовують або безпосередньо на обладнанні, або ж виносять на спеціальний пульт. Всі види технологічного обладнання повинні бути зручними для огляду, мащення, налаштування.

Особливу небезпеку становлять рухомі частини обладнання, а саме: інструмент, рухомі частини затискних пристроїв, поворотні столи, шпинделя бабки, пасові, ланцюгові, зубчасті передачі, муфти, ротори двигунів. Всі частини обладнання повинні мати захисні кожухи.

4.4.1 Електробезпека

Проектowana діляниця по небезпеці ураження людей електричним струмом належить до особливо небезпечних приміщень, оскільки на цій ділянці існують струмопровідні настили і можливість одночасного дотику людини до механізмів, що мають з'єднання з землею, з одного боку, і до металевих корпусів з іншого.

В якості захисного засобу на ділянці використовується занулення для трьохфазної чотирьохпровідної мережі із заземленою нейтраллю. Занулення перетворює замикання на корпус в однофазне коротке замикання між фазним

і нульовим проводами з метою утворення більшого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту і відключення установки від мережі.

Другим основним засобом електробезпеки є захисне заземлення всіх струмопровідних корпусів обладнання на ділянці.

Захисна дія заземлення ґрунтується на зменшенні напруги дотику між корпусом обладнання і землею. При замиканні будь-якої фази на струмопровідний корпус через провідник заземлення фаза замикається на землю.

Корпус будь-якої електроустановки необхідно заземлювати.

На випадок обриву нульовий провід повторно заземлюється через кожних 2 м та перед вводом в будівлю.

Таблиця 4.7 – Гранично допустимі значення напруги U дотику та сили струму I , що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановок

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму, с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	більше 1,0
Змінний, 50 Гц	U, В (не більше)	500	250	100	70	50	36
	I, mA (не більше)	500	250	100	70	50	6
Змінний, 400 Гц	U, В (не більше)	500	500	200	140	100	36
	I, mA (не більше)	500	500	200	140	100	8

В спеціалізованому посту ремонту та заміни двигунів автомобілів використовуються автомобільні підйомники, що працюють на змінному струмі при напрузі 380 В. Допоміжне обладнання живиться напругою 220 В.

Гранично допустимі значення напруги дотику та сили струму, що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановки представлено в таблиці 4.7.

Безпечним вважається струм, який у разі тривалого проходження через

організм людини не завдає йому шкоди і не викликає ніяких відчуттів. Його величина не перевищує 0,05 мА. Струм, величиною від 0,5 мА до 1,5 мА називається пороговим відчутним струмом. Він викликає поколювання і відчуття нагрівання шкіри. За струму 2 – 5 мА з'являється біль в руці, тремтіння кисті.

Збільшення струму до 10 – 15 мА викликає нестерпний біль і повне припинення керування м'язами. Якщо людина просто доторкнулася до ділянки провідника, який знаходиться під напругою, то вона може звільнитися від дії струму шляхом відсемикування руки. Якщо ж провідник опинився затиснутим у руці, то за таких значень струму людина не може за своєю волею розтиснути пальці і звільнилася від дії струму. З цієї причини струм величиною більше 10 – 15 мА називається невідпускаючим.

4.5 Технічні рішення з пожежної безпеки

Можливими причинами пожеж на ділянці є: порушення правил протипожежної безпеки під час проведення електрогазозварювальних робіт; перевантаження в електромережах, викликані порушенням правил їх технічної експлуатації і неправильним вибором засобів захисту; куріння в непризначених для цього місцях; порушення правил безпеки при роботі з електроінструментами та електрообладнанням.

Згідно [18] виробництво на даній ділянці відноситься до категорії «Д», яка характеризується наявністю тільки негорючих матеріалів і речовин в холодному стані, а будівля, де вона розміщується, має 1-й ступінь вогнестійкості – незгораємі стіни, перегородки і покриття з межею вогнестійкості не менш 2 годин.

Характеристики основних елементів конструкції даної будівлі згідно [19] наведено в таблиці 4.8.

Відповідно до таблиці 4.8 всі стіни, перегородки і покриття відповідають вимогам пожежної безпеки.
--

Таблиця 4.8 – Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год							
	Стіни				Колони	Плити, настили, перекриття	Елементи покриття	
	Несучі квіткі, сходи	Само- несучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі			Плити, настили	Балки, ферми
1	2,5	2,0	2,5	2,5	1,5	2,0	2,0	2,0

Для гасіння пожежі в початковій стадії її виникнення передбачені внутрішні пожежні крани. В якості первинних засобів пожежегасіння передбачені ящики з піском, азбестові полотна, порошкові вогнегасники ОХП-10.

Кожен працівник повинен бути ознайомлений з розташуванням засобів гасіння, планом будівлі, обов'язками на випадок пожежі.

ВИСНОВКИ

В ході виконання роботи було вивчено будову і особливості виконання операцій діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 та виконано розробку технологічного процесу діагностування.

В першому розділі представлено загальну характеристику станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович» та загальні відомості про автомобіль Peugeot 408; проведено аналіз конструкції та характеристику приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408, визначені експлуатаційні особливості, виконаний аналіз можливих відмов та несправностей.

В другому розділі виконано розрахунок ремонтно-обслуговуючого виробництва; визначено трудомісткість кожного виду робіт ТО і ПР, чисельність робітників та кількість постів.

В третьому розділі вибраний виробничих підрозділ для виконання робіт діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408, описана організація робочих місць в зоні діагностики, підібране технологічне обладнання та виконано схему технологічного планування; представлено огляд методів та засобів діагностування приводів передніх коліс автомобілів, розроблено технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408. Розроблено операційні технологічні карти перевірки пильовиків та перевірки биття валів приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408. Розраховано ступінь механізації технологічного процесу. Запропоновано в загальному вигляді математичну модель, яка представляє собою систему функціональних залежностей між кожним діагностичним сигналом і структурними параметрами. Для приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 складена матриця діагностування, яка включає перелік несправностей та ознак несправностей. За допомогою розробленої математичної моделі можна удосконалити інформаційно-вимірювальну частину програмного забезпечення діагностичних приладів, що дозволить ефективно проводити діагностування приводів передніх

коліс автомобіля Peugeot 408. При розробці математичної моделі враховано, що зворотне перетворення кількості ознак несправностей у кількість структурних параметрів (несправностей) об'єкта було однозначним. Виконано автоматизацію логічного процесу визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 шляхом розробки штучної нейронної мережі, функціонування якої визначається діагностичною матрицею.

В четвертому розділі пророблено питання охорони праці.

В додатках представлено технологічний розрахунок СТО, організацію виробничих підрозділів СТО, організацію робочих місць у виробничому підрозділі та графічну частину.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Омелічев О. В. Підручник з будови автомобіля. Посібник для автомобілістів-початківців. Харків : Моноліт, 2023. 288 с.
2. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів. Київ : Либідь, 2018. 400 с.
3. Панченко А. І. Будова автомобіля / А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський, І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин. Мелітополь : ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.
4. Gupta S. K. Textbook of Automobile Engineering. Noida : S Chand & Co Ltd, 2014. 833 p.
5. James E. Duffy. Modern Automotive Technology. Tinley Park : Goodheart-Willcox Company, 2013. 1920 p.
6. ДСТУ 2389-94. Технічне діагностування і контроль технічного стану. Терміни і визначення. [Чинний від 1995-07-01]. Вид. офіц. Київ, 1995. 24 с. (Інформація та документація).
7. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2011. 56 с. (Інформація та документація).
8. Люлька В. С., Коньок М. М., Перинський Ю. Є., Клімов О. М. Основи діагностики автомобіля. Чернігів : ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. 188 с.
9. Коваленко В. М., Щуріхін В.К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
10. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.
11. Borysiuk D., Spirin A., Trukhanska O., Shvets L., Zelinsky V. Mathematical model of a wheeled tractor steering axle as an object of diagnostics. *TEKA. Commission of motorization and energetics in agriculture*. 2017. Vol. 17, №1, P. 41-47.
12. Барановський В. М., Спирін А. В., Зелінський В. Й., Наляжний В. С. Математична модель діагностування системи уприскування палива «Моно-

Jetronic». *Вісник машинобудування та транспорту*. 2018. Вип. 1 (7). С. 10-17.

13. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни і визначення. URL: http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/wp-content/uploads/sites/171/2017/10/dstu_2293_2014.pdf (дата звернення: 16.03.2025).

14. ДНАОП 0.00-1.28-97. Правила охорони праці на автомобільному транспорті (33085). URL: https://dnaop.com/html/33085/doc-%D0%94%D0%9D%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-1.28-97 (дата звернення: 16.03.2025).

15. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення: 16.03.2025).

16. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (дата звернення: 16.03.2025).

17. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html> (дата звернення: 16.03.2025).

18. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419 (дата звернення: 16.03.2025).

19. ДБН В.1.1.7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. (3608). URL: https://dnaop.com/html/3608/doc-%D0%94%D0%91%D0%9D_%D0%92.1.1.7-2002 (дата звернення: 16.03.2025).

20. Horst Czichos. Handbook of Technical Diagnostics: Fundamentals and Application to Structures and Systems. Berlin : Springer, 2013. 575 p.

21. Борисюк Д. В. Формування словника діагностичних ознак при віброакустичному діагностуванні тракторів і автомобілів. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : VI-а Міжн. наук.-практ. інтернет-конф., м. Вінниця, 12-13 квітня 2018 р.: тези доповіді. Вінниця, 2018. С. 28-30.

ДОДАТКИ

Додаток А (обов'язковий).
Технологічний розрахунок СТО

Додаток А - Технологічний розрахунок СТО**Таблиця А.1 - Вихідні дані**

Параметр	Значення
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	2170
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання прибирання і миття	5
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	1085
- автомобілів особливо малого класу (І група)	326
- автомобілів малого класу (ІІ група)	434
- автомобілів середнього класу (ІІІ група)	325
Середньорічний пробіг автомобілів	14000
Спосіб миття автомобілів	0
Кліматичний район	1
Кількість робочих днів СТО	305
Тривалість зміни	7
Кількість робочих змін ТО і ПР	1
Кількість робочих змін прибирання і миття	1
Кількість робочих змін приймання і видачі	1
Кількість робочих змін антикорозійної обробки	1

Таблиця А.2 - Нормативи ТО і ПР автомобілів на СТО

Параметр	Для автомобілів:		
	1-ї групи	2-ї групи	3-ї групи
Коефіцієнт коригування в залежності від кількості постів СТО	1	1	1
Коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов	1.1	1.1	1.1
Питома трудомісткість ТО і ПР на 1000 км пробігу (нормативна), люд.-год/1000км	2	2.3	2.7
Питома трудомісткість ТО і ПР на 1000 км пробігу (скоригована), люд.-год/1000км	2.20	2.53	2.97
Миття і прибирання (один заїзд), люд.-год	0.15	0.2	0.25
Приймання і видача (один заїзд), люд.-год	0.15	0.2	0.25
Антикорозійна обробка (один заїзд), люд.-год	3	3	3

Таблиця А.3 - Річний обсяг робіт на СТО

Параметр	Для автомобілів:			ВСЬОГО
	1-ї групи	2-ї групи	3-ї групи	
Роботи ТО і ПР автомобілів	10040.80	15372.28	13513.50	38926.58
Роботи прибирання і миття перед виконанням ТО і ПР	97.80	173.60	162.50	433.90
Роботи прибирання і миття як окремої послуги	244.50	434.00	406.25	1084.75
Роботи приймання і видачі	146.70	260.40	243.75	650.85
Роботи антикорозійної обробки				3255.00
Всього робіт СТО				44351.08

Таблиця А.4 - Вихідні дані розрахунку чисельності робітників

Параметр	Значення
Кількість святкових днів, дні	11
Скорочення зміни у передсвяткові дні, год	1
Скорочення зміни у передвихідні дні, год	1
Пропуски з поважних причин, дні	5

Категорія робітників	Основна відпустка, дні	Додаткова відпустка, дні	Фонд часу робітника, [год]
Мийники і прибиральники рухомого складу	15	5	1897
Слюсарі з ТО і ПР агрегатів, вузлів, устаткування, мотористи, електрики, шиномонтажники, слюсарі-верстатники, столяри, оббивальники, арматурники, жерстяники	18	5	1876
Слюсарі з ремонту приладів системи живлення, акумуляторники, ковалі, мідники, зварювальники, вулканізаторники	24	5	1834
Малярі	24	5	1834

Таблиця А.5 - Чисельність виробничих робітників

Для виконання робіт	Явочних робітників (розр.)	Штатних робітників (розр.)	Штатних робітників (окр.)
Роботи ТО і ПР автомобілів	18.79	20.77	
Роботи прибирання і миття перед виконанням ТО і ПР	0.21	0.23	
Роботи прибирання і миття як окремої послуги	0.52	0.57	

Для виконання робіт	Явочних робітників (розр.)	Штатних робітників (розр.)	Штатних робітників (окр.)
Роботи приймання і видачі	0.31	0.35	
Роботи антикорозійної обробки	1.57	1.74	
Всього робіт СТО	21.40	23.66	24

Таблиця А.6 - Вихідні дані розрахунку кількості постів

Параметр	Значення
Коефіцієнт нерівномірності завантаження постів	1.15
Коефіцієнт використання робочого часу	0.95
Чисельність робітників, що одночасно працюють на посту, чел.	1.5

Таблиця А.7 - Кількість постів СТО

Для виконання робіт	Кількість постів (розр.)	Кількість постів (окр.)
Роботи ТО і ПР автомобілів	11.19	
Роботи прибирання і миття як окремої послуги	0.41	
Роботи приймання і видачі	0.25	
Роботи антикорозійної обробки	1.23	
Всього робіт СТО	13.08	14

Таблиця А.8 - Вихідні дані розподілу робіт ТО і ПР

Вид робіт ТО і ПР	Розподіл за видами, %	Розподіл за місцем виконання	
		Постові роботи, %	Дільничні роботи, %
Контрольно-діагностичні роботи	4	100	0
Технічне обслуговування в повному обсязі	15	100	0
Масильні	3	100	0
Регулювання кутів керованих коліс	4	100	0
Ремонт і регулювання гальм	3	100	0
Електротехнічні	4	80	20
Роботи за системою живлення	4	70	30
Акумуляторні	2	10	90
Шинні	2	30	70
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	50	50

Вид робіт ТО і ПР	Розподіл за видами, %	Розподіл за місцем виконання	
		Постові роботи, %	Дільничні роботи, %
Кузовні, арматурні, мідницькі, зварювальні	25	75	25
Фарбувальні	16	100	0
Оббивні	3	50	50
Слюсарно-механічні	7	0	100
Всього робіт ТО і ПР	100		

Таблиця А.9 - Розподіл робіт ТО і ПР за видами і місцем виконання

Вид робіт ТО і ПР	Розподіл за видами, люд.-год	Розподіл за місцем виконання				
		Постові роботи			Дільничні роботи	
		люд.-год	Ря	Х	люд.-год	Ря
Контрольно-діагностичні роботи	1557.06	1557.06	0.8	0.6	0.00	0.0
Технічне обслуговування в повному обсязі	5838.99	5838.99	2.8	2.2	0.00	0.0
Мастильні	1167.80	1167.80	0.6	0.4	0.00	0.0
Регулювання кутів керованих коліс	1557.06	1557.06	0.8	0.6	0.00	0.0
Ремонт і регулювання гальм	1167.80	1167.80	0.6	0.4	0.00	0.0
Електротехнічні	1557.06	1245.65	0.6	0.5	311.41	0.2
Роботи за системою живлення	1557.06	1089.94	0.5	0.4	467.12	0.2
Акумуляторні	778.53	77.85	0.0	0.0	700.68	0.3
Шинні	778.53	233.56	0.1	0.1	544.97	0.3
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	3114.13	1557.06	0.8	0.6	1557.06	0.8
Кузовні, арматурні, мідницькі, зварювальні	9731.65	7298.73	3.5	2.8	2432.91	1.2
Фарбувальні	6228.25	6228.25	3.0	2.4	0.00	0.0
Оббивні	1167.80	583.90	0.3	0.2	583.90	0.3
Слюсарно-механічні	2724.86	0.00	0.0	0.0	2724.86	1.3
Всього робіт ТО і ПР	38926.58	29603.66	14.3	11.2	9322.92	4.5

Таблиця А.10 - Розподіл інших робіт обслуговування

Вид робіт	Трудом., люд.- год	Чис. роб. Ря	К-сть постів Х
Роботи прибирання і миття перед виконанням ТО і ПР	433.90	0.21	0.16
Роботи прибирання і миття як окремої послуги	1084.75	0.52	0.41
Роботи приймання і видачі	650.85	0.31	0.25
Роботи антикорозійної обробки	3255.00	1.57	1.23

Додаток Б (обов'язковий).
Організація виробничих підрозділів

Додаток Б - Організація виробничих підрозділів СТО

Таблиця Б.1 - Формування виробничих підрозділів підприємства

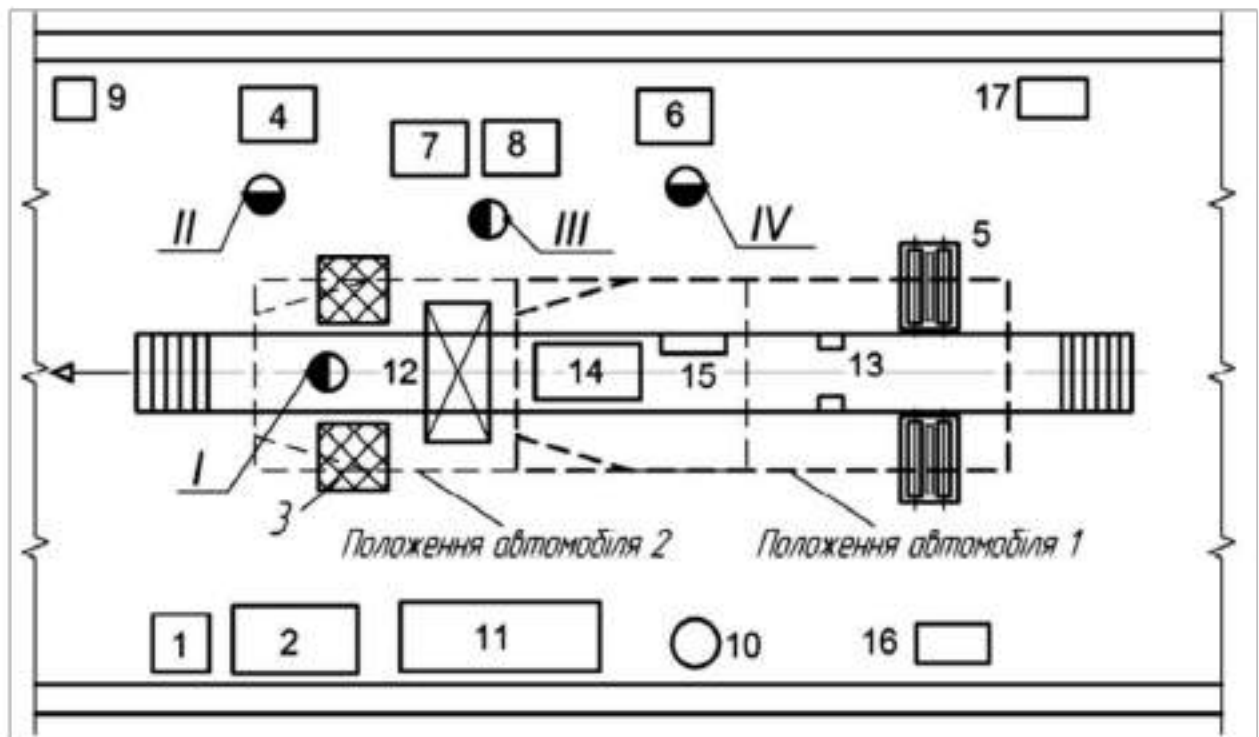
Виробничий підрозділ. Роботи ТО і ПР	Трудом., люд.- год	Чис. роб. (розрах. / округл.)	К-сть постів (розрах. / округл.)
Роботи на підприємстві не виконуються: - Акумуляторні (дільничні) - Шинні (дільничні)	1245.65	0.60 / 1	0.00 / 0
Дільниця ремонту паливної апаратури: - Роботи за системою живлення (дільничні)	467.12	0.23 / 1	0.00 / 0
Дільниця ремонту електрообладнання: - Електротехнічні (дільничні)	311.41	0.15 / 1	0.00 / 0
Агрегатно- механічна дільниця: - Ремонт вузлів, систем і агрегатів (дільничні) - Слюсарно-механічні (дільничні)	4281.92	2.07 / 3	0.00 / 0
Кузовна дільниця: - Кузовні, мідницькі, зварювальні (постові) - Оббивні (постові) - Кузовні, мідницькі, зварювальні (дільничні) - Оббивні (дільничні)	10899.44	5.26 / 6	2.98 / 3
Дільниця ТО і ПР: - ТО в повному обсязі (постові) - Мастильні (постові) - Контрольно-діагностичні роботи (постові) - Регулювання кутів керування коліс (постові) - Ремонт і регулювання гальм (постові) - Електротехнічні (постові) - Роботи за системою живлення (постові) - Акумуляторні (постові) - Шинні (постові) - Ремонт вузлів, систем і агрегатів (постові)	15492.78	7.48 / 8	5.86 / 6
Дільниця антикорозійної обробки: - Антикорозійної обробки автомобілів	3255.00	1.57 / 2	1.23 / 2
Дільниця приймання і видачі: - Приймання і видачі автомобілів	650.85	0.31 / 1	0.25 / 1
Дільниця миття автомобілів: - Прибирання і миття як окрема послуга - Прибирання і миття автомобілів перед ТО і ПР	1518.65	0.73 / 1	0.57 / 1

Додаток В (обов'язковий).

**Схема технологічного планування та організація
робочих місць універсального поста діагностики**



Додаток В - Схема технологічного планування та організація робочих місць універсального поста діагностики



Обладнання та організаційна оснастка: 1 – ящик для обтиральних матеріалів; 2 – слюсарний верстак; 3 – стенд для перевірки ходової частини і рульового керування з вібраційними майданчиками; 4 – пульт керування стендом з вібраційними майданчиками; 5 – тяговий стенд з біговими барабанами; 6 – пульт керування стенда з біговими барабанами; 7 – мотор-тестер для перевірки двигуна, його систем, електронного й електричного обладнання автомобіля; 8 – комбінований чотирикомпонентний газоаналізатор; 9 – стенд для перевірки регулювання фар; 10 – підведення стисненого повітря; 11 – шафа для приладів і інструментів; 12 – перехідний місток; 13 – пересувний гідравлічний підіймач; 14 – підставка під ноги для роботи в оглядовій канаві; 15 – ящик для інструменту і кріпильних деталей; 16 – установка для відбирання відпрацьованих газів; 17 – ящик для відходів.

Робочі місця:

I. Роботи знизу автомобіля в оглядовій канаві. Діагностування трансмісії, ходової частини, рульового керування. Огляд двигуна знизу.

II. Діагностування ходової частини і рульового керування з використанням стенда з вібраційними майданчиками.

III. Діагностування двигуна і його систем з використанням мотортестера та газоаналізатора. Діагностування електронного та електричного обладнання автомобіля.

IV. Діагностування двигуна за потужністю та діагностування гальмівної системи з використанням стенда з біговими барабанами.

--

Додаток Г (обов'язковий).

Ілюстративна частина

--

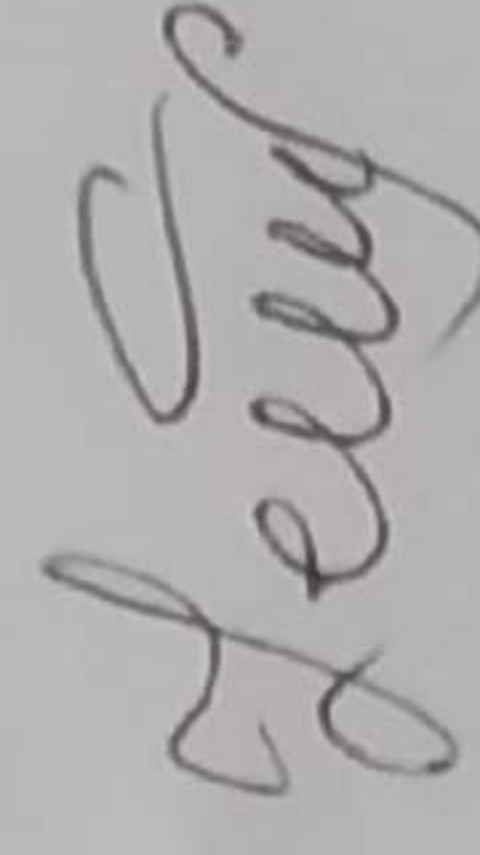
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИВОДІВ
ПЕРЕДНІХ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ РЕУГЕОТ 408 В УМОВАХ СТАНЦІЇ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ –
ПІДПРИЄМЦЯ «МОТУЗОК РОМАН СЕРГІЙОВИЧ» СЕЛО ЗВЕДЕНІВКА
ЖМЕРИНЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Графічна частина
бакалаврської дипломної роботи**

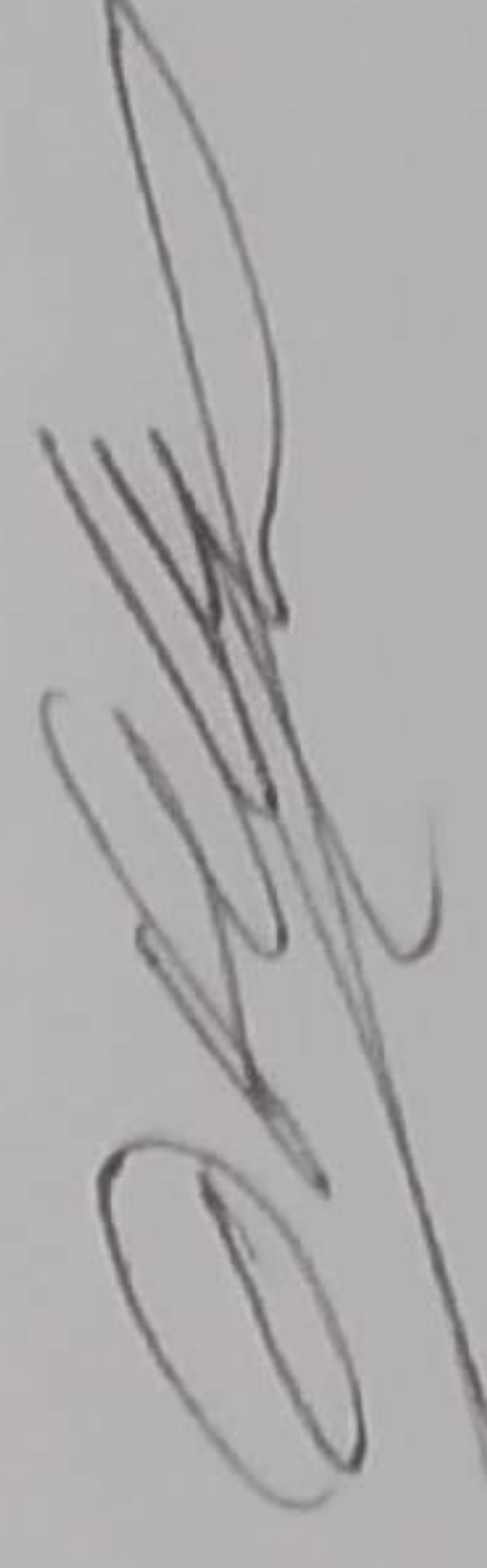
галузь знань 27 – Транспорт
спеціальність 274 – Автомобільний транспорт

Виконав студент гр. 2АТ-21б



Демченко В.В.

Керівник К.Т.Н., доцент



Борисюк Д.В.

ВНТУ - 2025

ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ – ПІДПРИЄМЦЯ
«МОТУЗОК РОМАН СЕРГІЙОВИЧ» СЕЛО ЗВЕДЕНІВКА ЖМЕРИНЬСЬКОГО РАЙОНУ
ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета роботи – розробити технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 та його автоматизацію в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.

Завдання роботи:

- навести загальні відомості про станцію технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович»;
- провести аналіз конструкції і характеристики приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 та виконати аналіз можливих їх відмов і несправностей;
- провести технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович»;
- представити огляд методів і засобів діагностування приводів передніх коліс автомобілів та розроблений технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
- розробити матрицю діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
- виконати автоматизацію логічного процесу визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408.
- розробити питання охорони праці у виробничому підрозділі.

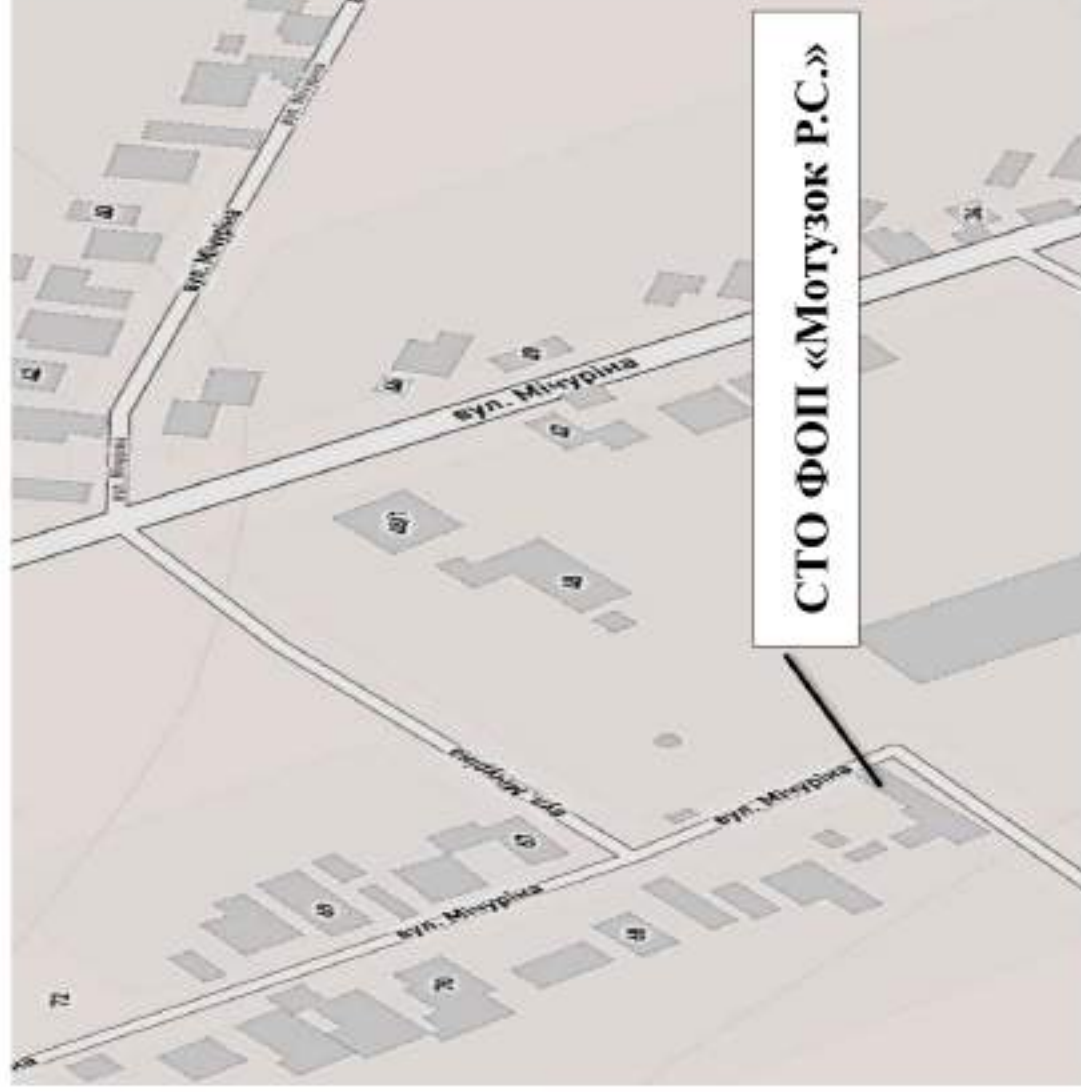
Структура та обсяг роботи. Дана робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Загальні відомості про станцію технічного обслуговування фізичної особи-підприємця «Мотузок Роман Сергійович»

3

Види діяльності ФОП «Мотузок Роман Сергійович» згідно кодів КВЕД:

- 01.61 Допоміжна діяльність у рослинництві;
- 01.63 Післяурожайна діяльність;
- 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт;
- 49.42 Надання послуг перевезення речей (перезїзду);
- 70.22 Консультування з питань комерційної діяльності й керування;
- 77.12 Надання в оренду вантажних автомобілів;
- 77.31 Надання в оренду сільськогосподарських машин і устаткування.

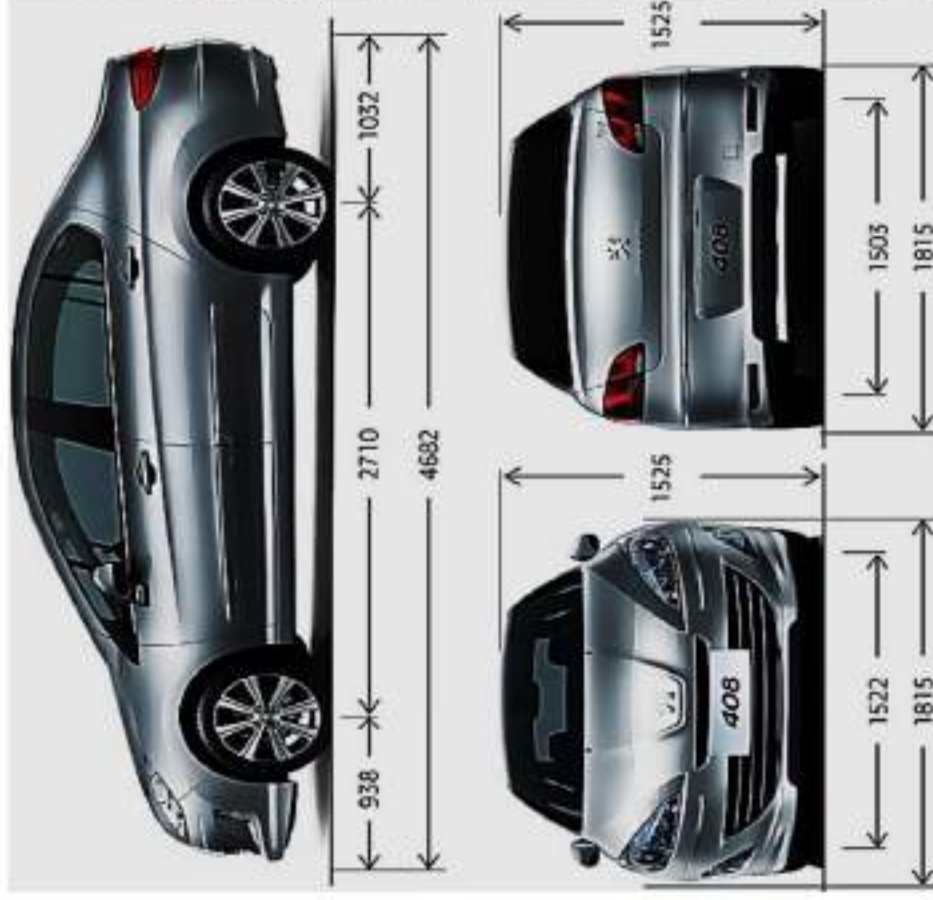


Розташування виробничої бази СТО
ФОП «Мотузок Роман Сергійович»

Загальні відомості про автомобіль Peugeot 408

4

Габаритні розміри автомобіля Peugeot 408 першого покоління

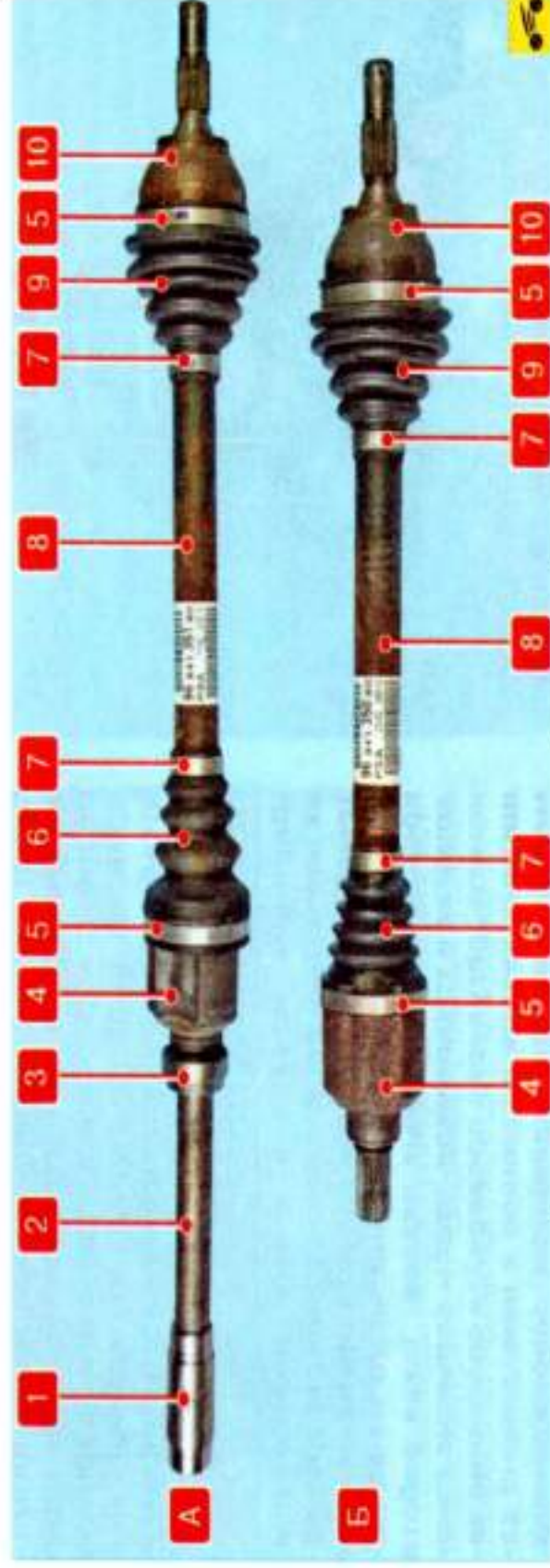


Технічна характеристика автомобіля Peugeot 408

Параметр	Автомобіль з двигуном TU5	Автомобіль з двигуном EP6	Автомобіль з двигуном EP6DT
Загальні дані			
Число місць, включаючи місце водія	5	5	5
Споряджена маса, кг	1352	1355 (1375)*	1400
Максимально допустима маса, кг	1800	1800	1800
Колісна база, мм	2710	2710	2710
Дорожній просвіт, мм	175	175	175
Мінімальний радіус повороту, м	5,5	5,5	5,5
Максимальна швидкість, км/год	184	195 (185)*	207
Час розгону автомобіля з місця до швидкості 100 км/год, с	13,3	10,9 (13,8)*	9,6
Витрата палива, л / 100 км:			
- міський цикл	10,1	9,3 (10,1)*	11,6
- заміський цикл	6,0	5,2 (5,6)*	6,3
- змішаний цикл	7,5	6,7 (7,4)*	8,2
Двигун			
Порядок роботи циліндрів	1-3-4-2	1-3-4-2	1-3-4-2
Діаметр циліндра, мм	78,5	77	77
Хід поршня, мм	82	85,8	85,8
Робочий об'єм, см ³	1587	1598	1598
Максимальна потужність, кВт (к.с.)	80 (110) при 5800 хв ⁻¹	88 (120) при 5660 хв ⁻¹	120 (150) при 6000 хв ⁻¹
Трансмісія			
Зчеплення**	Однодисковое, сухе, з діафрагмовою нажимною пружиною і гасителем крутильних коливань, постійно замкненого типу		
Привід вимикання зчеплення**	Гідравлічний		
Коробка передач	5M	5M або 4A	6A
Кузов			
Тип	Седан, суцільнометалевий, несучий		

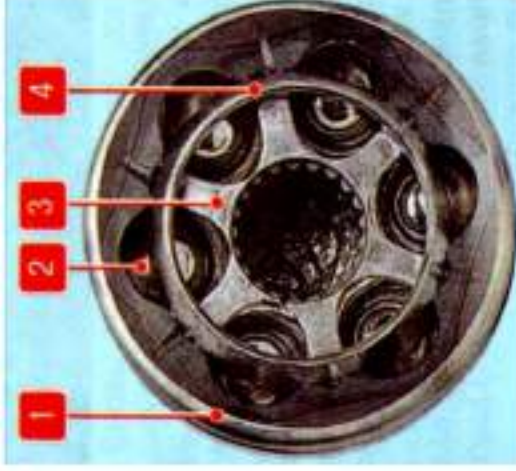
*В дужках - для автомобілів з автоматичною коробкою передач.

**Для автомобілів з механічною коробкою передач.



А - привід правого переднього колеса; Б - привід лівого переднього колеса;

1 - шліцева втулка; 2 - проміжний вал; 3 - підшипник проміжної опори; 4 - внутрішній шарнір рівних кутових швидкостей; 5 - великі хомути кріплення чохлів шарнірів; 6, 9 - чохла шарнірів; 7 - малі хомути кріплення чохлів шарнірів; 8 - вали приводів; 10 - зовнішні шарніри рівних кутових швидкостей



Зовнішній шарнір

1 - корпус;
2 - кулька;
3 - обойма;
4 - сепаратор



Внутрішній шарнір

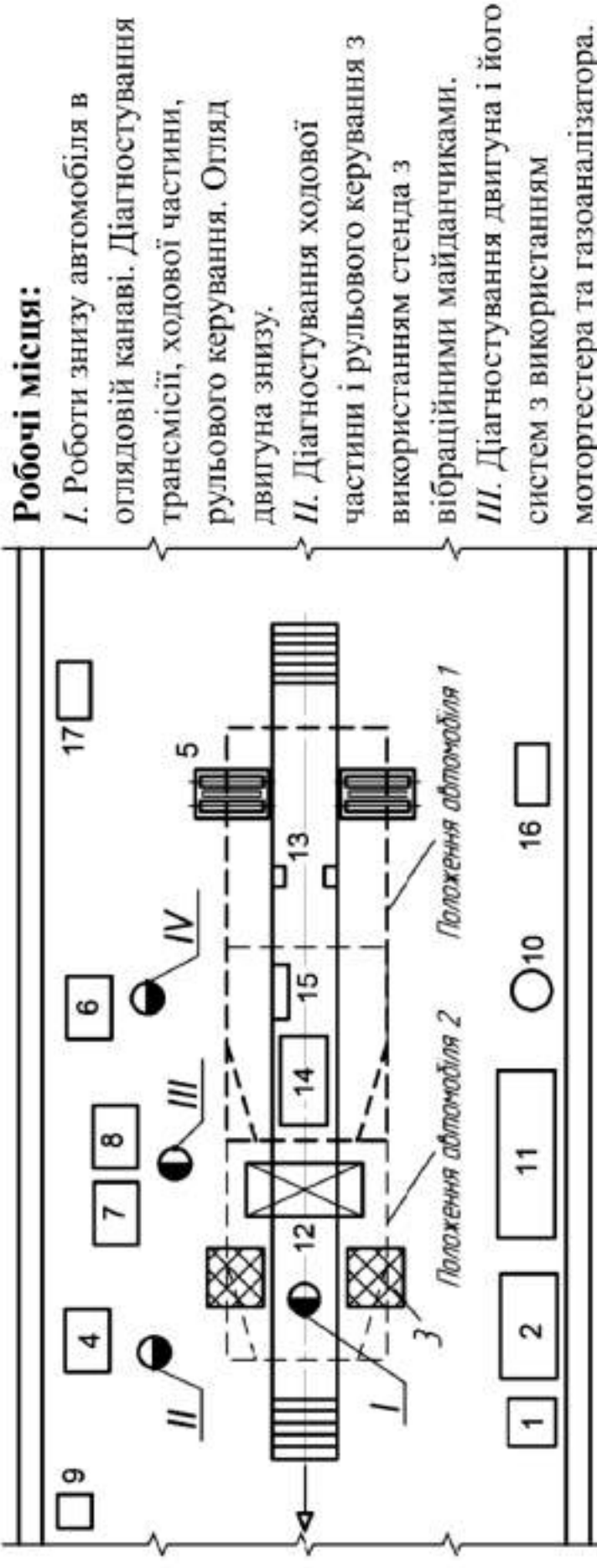
1 - корпус;
2 - ролик;
3 - маточина

Peugeot 408 та її ознаки

Позн.	Ознака несправності	Несправність
У1	Вібрація під час руху автомобіля.	1. Сильний знос зовнішнього шарніра приводу колеса. 2. Деформація вала приводу колеса. 3. Знос роликів внутрішнього шарніра. 4. Ослаблення гайки кріплення маточини.
У2	Погіршена керованість автомобіля.	1. Знос або пошкодження обойми внутрішнього шарніра. 2. Знос або пошкодження зовнішнього шарніра. 3. Пошкодження або деформація вала приводу колеса. 4. Ослаблення гайки кріплення маточини.
У3	Витікання мастила з шарнірів.	1. Знос або розрив захисного чохла зовнішнього або внутрішнього шарнірів. 2. Недостатнє затягування хомутів.
У4	Шум, стукіт з боку переднього колеса під час руху автомобіля.	1. Пошкодження або деформація вала приводу колеса 2. Биття вала приводу переднього колеса. 3. Знос внутрішнього шарніра приводу правого переднього колеса. 4. Ослаблення гайки кріплення маточини.
У5	Стукіт при повороті автомобіля.	1. Сильний знос зовнішнього шарніра приводу колеса

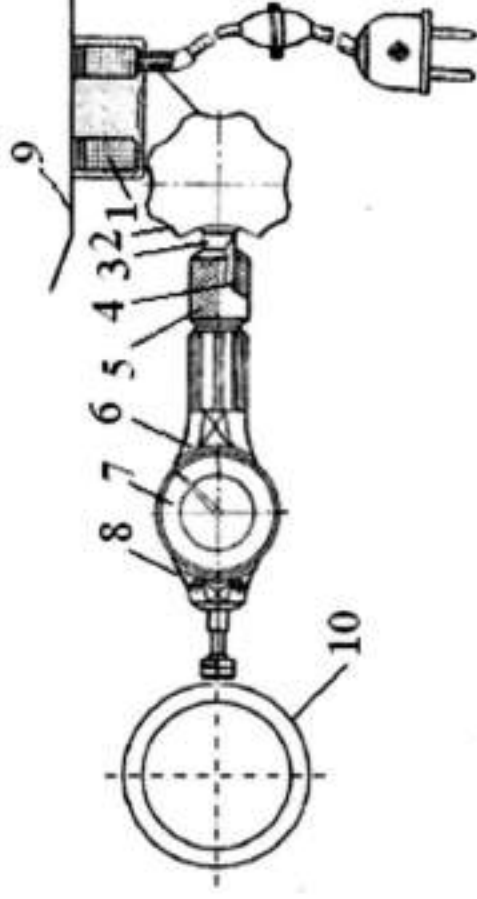
Схема технологічного планування та організації робочих місць універсального поста діагностики

7





Домкрат автомобільний



Прилад КИ-8902А

Зміст робіт: Діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

Зона (дільниця, пост): Універсальний пост діагностики

Число виконавців, спеціальність, розряд: один, автослюсар, IV розряду

Номер і назва операції	Номер робочого місця	Технологічне обладнання	Організаційна оснастка	Пристрої та інструменти
1. Встановити автомобіль на пост	Універс. пост діагност.	підйомник	-	-
2. Перевірити пильовики	Універс. пост діагност.	підйомник	-	-
3. Перевірити биття валів	Універс. пост діагност.	підйомник	верстак слюсарний	прилад КИ-8902А

Зміст роботи (операція №2) Перевірка пильовиків

Зона (дільниця, пост) Універсальний пост діагностики

Число виконавців, спеціальність, розряд 1, автослюсар, 4-й розряд

Номер і назва переходу	Технологічне обладнання, оснастка	Пристрої та інструменти	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4
1. Встановіть автомобіль на підйомник.	Підйомник	-	-
2. Огляньте захисні чохла зовнішніх і внутрішніх шарнірів.	Підйомник	-	 На чохлах не повинно бути тріщин та розривів. Пошкоджені чохла замінити.
3. Перевірте щільність прилягання поясів чохла та надійність кріплення хомутів.	Підйомник	-	Чохол не повинен прокручуватися на шарнірі, а хомути – на чохлі.

Зміст роботи (операція №3) Перевірка биття валів

Зона (дільниця, пост) Універсальний пост діагностики

Число виконавців, спеціальність, розряд 1, автослюсар, 4-й розряд

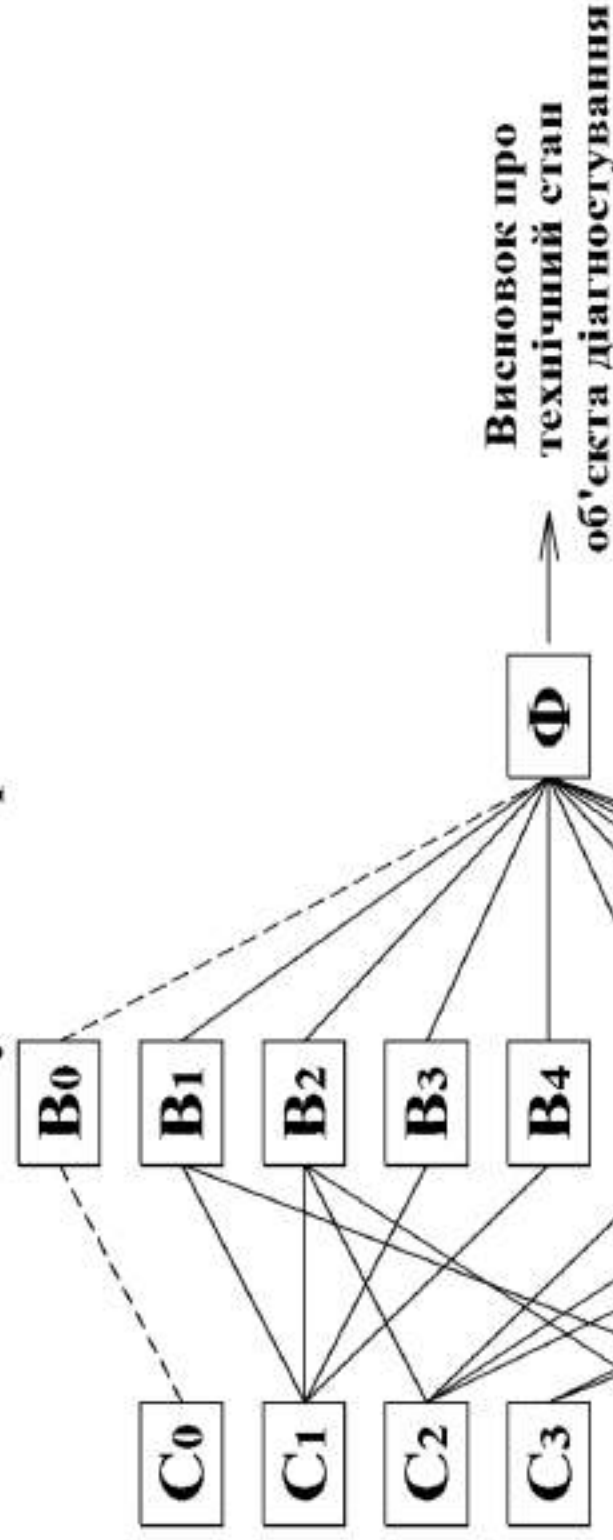
Номер і назва переходу	Технологічне обладнання, оснастка	Пристрої та інструменти	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4
1. Встановіть автомобіль на підйомник.	Підйомник	-	-
2. Перевірте поперечний люфт валу приводу, похитуючи його рукою.	Підйомник	-	Відчутного люфту не повинно бути.
3. Встановіть прилад КИ-8902А під автомобіль та включіть нейтральну передачу.	Підйомник	прилад КИ-8902А	-
4. Використовуючи шарнір та телескопічний затискач приладу, доводять повідець індикатора до зіткнення з валом приводу передніх коліс і, повернувши його на один оберт, визначають биття.	Підйомник	прилад КИ-8902А	Фактичні значення необхідно уточнювати за експлуатаційною документацією на конкретний автомобіль. Биття півосі зі ШРКШ у центрі не повинно перевищувати 1,2 мм.

Матриця діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408

Несправність приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408	Ознака несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
B ₁	+	-	-	-	+
B ₂	+	+	-	+	-
B ₃	+	-	-	-	-
B ₄	+	-	-	-	-
B ₅	-	+	-	+	-
B ₆	-	+	-	-	-
B ₇	-	+	-	+	-
B ₈	-	-	+	-	-
B ₉	-	-	+	-	-
B ₁₀	-	-	-	+	-

Несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408: B₁ – Сильний знос зовнішнього шарніра приводу колеса; B₂ – Деформація валу приводу колеса; B₃ – Знос роликів внутрішнього шарніра; B₄ – Ослаблення гайки кріплення маточини; B₅ – Знос або пошкодження обойми внутрішнього шарніра; B₆ – Знос або пошкодження зовнішнього шарніра; B₇ – Ослаблення гайки кріплення маточини; B₈ – Знос або розрив захисного чохла зовнішнього або внутрішнього шарнірів; B₉ – Недостатнє затягування хомутів; B₁₀ – Биття вала приводу переднього колеса.

Ознаки несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408: C₁ – Вібрація під час руху автомобіля; C₂ – Погіршена керованість автомобіля; C₃ – Віткання мастила з шарнірів; C₄ – Шум, стукіт з боку переднього колеса під час руху автомобіля; C₅ – Стукіт при повороті автомобіля.



$C_1 \dots C_5$ – ознаки несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 C_0 – відсутність ознак несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 $B_1 \dots B_{10}$ – несправності приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 B_0 – роботоздатний стан приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408;
 Φ – оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів

ВИСНОВКИ

В ході виконання роботи було вивчено будову і особливості виконання операцій діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 та виконано розробку технологічного процесу діагностування.

В першому розділі представлено загальну характеристику станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович» та загальні відомості про автомобіль Peugeot 408; проведено аналіз конструкції та характеристики приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408, визначені експлуатаційні особливості, виконаний аналіз можливих відмов та несправностей.

В другому розділі виконано розрахунок ремонтно-обслуговуючого виробництва; визначено трудомісткість кожного виду робіт ТО і ПР, чисельність робітників та кількість постів.

В третьому розділі вибраний виробничих підрозділ для виконання робіт діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408, описана організація робочих місць в зоні діагностики, підібране технологічне обладнання та виконано схему технологічного планування; представлено огляд методів та засобів діагностування приводів передніх коліс автомобілів, розроблено технологічний процес діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408. Розроблено операційні технологічні карти перевірки пильовиків та перевірки биття валів приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408. Розраховано ступінь механізації технологічного процесу. Запропоновано в загальному вигляді математичну модель, яка представляє собою систему функціональних залежностей між кожним діагностичним сигналом і структурними параметрами. Для приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 складена матриця діагностування, яка включає перелік несправностей та ознак несправностей. За допомогою розробленої математичної моделі можна удосконалити інформаційно-вимірну частину програмного забезпечення діагностичних приладів, що дозволить ефективно проводити діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408. При розробці математичної моделі враховано, що зворотне перетворення кількості ознак несправностей у кількість структурних параметрів (несправностей) об'єкта було неоднозначним. Виконано автоматизацію логічного процесу визначення несправностей приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 шляхом розробки штучної нейронної мережі, функціонування якої визначається діагностичною матрицею.

В четвертому розділі пророблено питання охорони праці.

В додатках представлено технологічний розрахунок СТО, організацію виробничих підрозділів СТО, організацію робочих місць у виробничому підрозділі та графічну частину.

Додаток Д (обов'язковий).

**Протокол перевірки дипломної роботи на наявність текстових
запозичень**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка технологічного процесу діагностування приводів передніх коліс автомобіля Peugeot 408 в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Мотузок Роман Сергійович» село Зведенівка Жмеринського району Вінницької області

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Strikeplagiarism

Оригінальність 66,1 % Схожість 33,9 %

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.

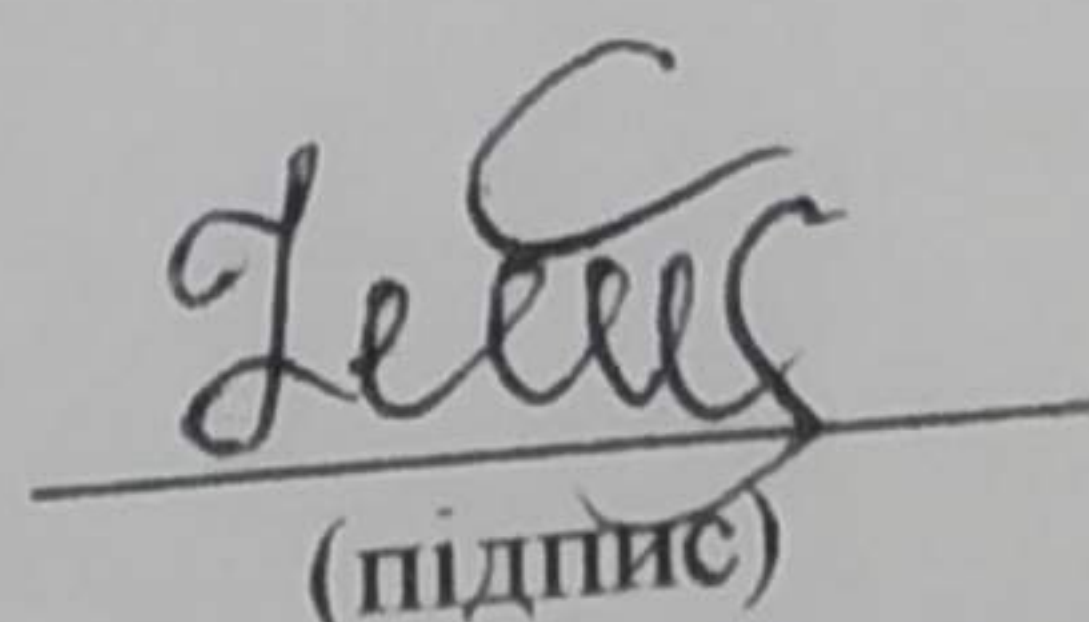
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.

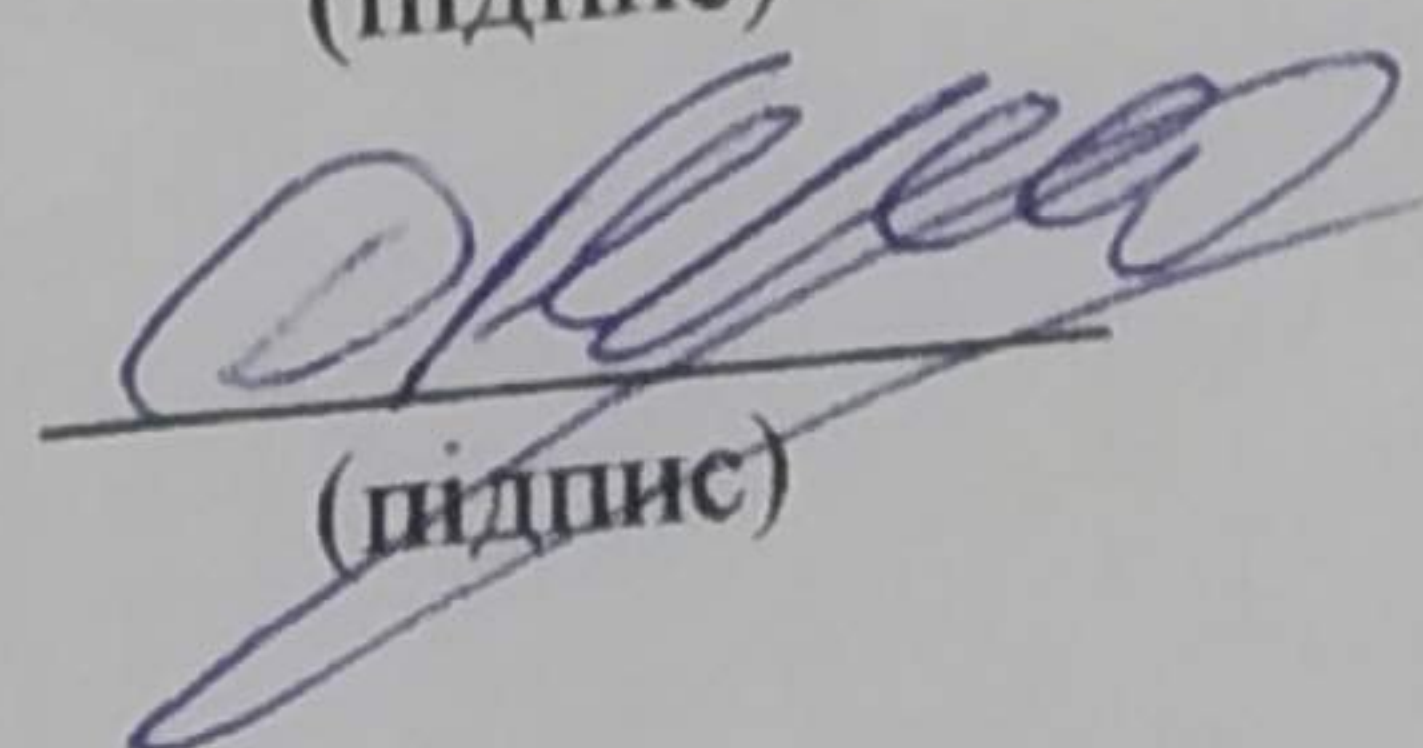
(прізвище, ініціали)

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


(підпис)

Демченко В.В.

(прізвище, ініціали)


(підпис)

Борисюк Д.В.

(прізвище, ініціали)

Автор роботи

Рівник роботи

2025/6/20 13:13