

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння серії XU автомобілів
Peugeot 605 з дослідженням впливу факторів на надійність від періоду
експлуатації ТЗ

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

<u>Григорій ЩУР</u>
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Керівник

<u>Тетяна НАВРОЦЬКА</u>
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Нормоконтроль

<u>Марія П'ЄНТАК</u>
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Завідувач кафедри

<u>Олег ЦЬОНЬ</u>
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

<u>Дмитро РАДИК</u>
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
« » 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(НАЗВА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Щуру Григорію Васильовичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння серії XU автомобілів Peugeot 605 з дослідженням впливу факторів на надійність від періоду експлуатації ТЗ

Керівник роботи Навроцька Тетяна Дем'янівна, к.т.н., старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року №4/7-972

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2025

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування автомобілів: Peugeot 605

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Дані щодо розрахунку ТО, ПР та схема організації робочих місць – 1 аркуш формату А1.

Будова верхньої частини ДВЗ та експлуатаційні залежності XU10J4R – 1 аркуш формату А1.

Обслуговування ДВЗ серії XU – 1 аркуш формату А1. Огляд існуючих стендів та порівняння їх за ключовими критеріями – 1 аркуш формату А1. Стенд для розбирання двигунів – 1 аркуш формату А1. Генеральний план АТП – 1 аркуш формату А1. Дослідження – 1 аркуш формату А1.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння серії XU автомобілів Peugeot 605 з дослідженням впливу факторів на надійність від періоду експлуатації ТЗ», виконана студентом групи МАМ-62 ТНТУ імені Івана Пулюя Щуром Григорієм Васильовичем. Керівник роботи – к.т.н., старший викладач Навроцька Т.Д.

Пояснювальна записка містить 64 аркушів формату А4, додатки та 8 аркушів формату А1. Ключові слова: Peugeot 605, двигун XU, технічне обслуговування, ремонт, надійність, діагностика.

У роботі розглянуто особливості технічного обслуговування та ремонту двигунів серії XU, що застосовуються в автомобілях Peugeot 605. Проведено аналіз виробничої діяльності автотранспортного підприємства та визначено основні параметри його роботи, включаючи виробничу програму, необхідні площі, кількість постів та чисельність персоналу.

У технологічному розділі подано структуру операцій ТО і методи діагностики систем двигуна. Особливу увагу приділено особливостям експлуатації автомобілів у Тернопільському регіоні та їх впливу на технічний стан силових агрегатів.

У конструкторській частині розроблено моторний стенд для обслуговування та розбирання двигунів серії XU. Наведено конструкцію, принцип роботи та виконано перевірку основних елементів на міцність.

Науково-дослідний розділ присвячено впливу експлуатаційних факторів на зміну показників надійності двигуна. Встановлено залежність імовірності відмов від пробігу, умов навантаження та своєчасності технічного обслуговування.

Розділ з охорони праці містить основні вимоги безпеки при виконанні діагностичних та ремонтних робіт.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика автомобіля Peugeot 605 та двигунів серії XU	9
1.2 Принцип роботи та конструктивна специфіка двигунів внутрішнього згоряння серії XU	9
1.3 Аналіз характерних несправностей двигунів серії XU та факторів, що впливають на їх надійність	10
1.4. Вимоги до автотранспортного підприємства для технічного обслуговування та ремонту двигунів серії XU	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Розрахунок річної програми ТО і ПР	13
2.2.1 Періодичність технічного обслуговування	13
2.2.2 Трудомісткість ТО і ПР	14
2.2.3 Технічна готовність	16
2.2.4 Розрахунок трудомісткості з ПР	16
2.2.5 Розрахунок річної трудомісткості робіт електроцеху	17
2.2.6 Чисельність робітників	17
2.3 Підбір обладнання	18
2.4 Розрахунок виробничої площі	19
2.5 План ділянки	20
2.6 Організація робочих місць ділянки	20
2.7 ТО Peugeot 605	22
2.8 Обслуговування ДВЗ серії XU	26
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Огляд існуючих конструкцій стендів для розбирання та складання ДВЗ	33
3.2 Огляд стендів для діагностики бензинових форсунок	35
3.3 Порівняння стендів для діагностики бензинових форсунок	38
3.4 Конструкція та робота розробленого моторного стенда	39
3.4.1 Принцип роботи стенда та переваги конструкції	40

3.4.2 Розрахунок основних елементів моторного стенда	40
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Вплив факторів на надійність від періоду експлуатації ТЗ	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Прогнозування можливої обстановки як основний захід запобігання надзвичайним ситуаціям при обслуговуванні двигунів серії Xu Peugeot 605	55
5.2 Розрахунок аварійного освітлення проектного цеху, ділянки	59
ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	63
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Ефективна експлуатація автомобільного транспорту напряду залежить від рівня організації ТО, що забезпечує стабільну роботу транспортних засобів і мінімізує витрати протягом усього періоду їх служби. У сучасних умовах, коли вартість простою автомобіля та ремонтних операцій постійно зростає, питання підвищення надійності та продовження ресурсу агрегатів, зокрема ДВЗ серії Peugeot XU, набуває особливої актуальності.

У Тернополі та області автотранспортні підприємства стикаються з додатковими навантаженнями, пов'язаними з особливостями регіону: сезонними перепадами температур, станом дорожнього покриття, інтенсивністю міського та міжміського руху. Ці фактори мають суттєвий вплив на працездатність силових агрегатів та визначають необхідність удосконалення системи технічної експлуатації.

Сучасний підхід до організації ТО ґрунтується на поєднанні планово-попереджувальної системи з діагностичними методами прогнозування ресурсу, що дозволяє своєчасно виявляти відмови та оптимізувати обсяги робіт. Завдяки розвитку інформаційних технологій дедалі ширше застосовуються математичні методи аналізу, експертні системи, електронні засоби контролю параметрів двигуна та автоматизовані комплекси управління процесами ремонту.

Паралельно з удосконаленням технологічних процесів спостерігається модернізація виробничої бази: впроваджуються стенди для діагностики двигунів, обладнання для контролю токсичності, установки для перевірки паливної апаратури, пристрої для вимірювання компресії та тиску оливи.

Потреба у високій надійності транспортних засобів спонукає підприємства до централізації ремонтних функцій, створення спеціалізованих зон і ділянок, які забезпечують якісне обслуговування двигунів певного типоряду. У цьому контексті проектування автотранспортного підприємства, що орієнтоване на

обслуговування та ремонт двигунів серії XU автомобілів Peugeot 605, є своєчасним та практично значущим завданням.

Саме вирішенню питань удосконалення структури та організації ТО, оптимізації виробничих процесів і дослідженню впливу експлуатаційних факторів на надійність двигунів присвячено даний дипломний проект.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика автомобіля Peugeot 605 та двигунів серії XU

Авто представницького класу, розроблений французьким виробником для комфортної та динамічної експлуатації. Модель побудована на платформі з переднім приводом, мала широкий спектр комплектацій та силових агрегатів, що дозволяло адаптувати її до різних умов використання. Автомобіль відзначався збалансованими їздовими властивостями, ефективною аеродинамікою та підвищеним рівнем надійності при належному технічному обслуговуванні.

Особливе місце у конструкції Peugeot 605 займають двигуни серії XU, які були одними з найбільш поширених бензинових агрегатів у лінійці Peugeot та Citroën у 1980–2000 роках. До цієї серії входять рядні чотирициліндрові двигуни робочим об'ємом від 1,6 до 2,2 літра, які відрізняються чавунним блоком циліндрів, алюмінієвою головкою та верхнім розташуванням розподільного вала. Залежно від модифікації застосовувалися як карбюраторні, так і інжекторні системи живлення, а також регулювання фаз газорозподілу.

Двигуни XU зарекомендували себе як довговічні та ремонтпридатні завдяки простій конструкції, доступності запчастин та можливості виконання широкого спектру відновлювальних робіт. Водночас вони потребують регулярного ТО, оскільки критично залежать від стану системи змащування, охолодження та паливної апаратури. Нехтування регламентом ТО призводить до інтенсивного зношування деталей циліндро-поршневої групи, підвищення витрати палива та зменшення загального моторесурсу.

1.2 Принцип роботи та конструктивна специфіка двигунів внутрішнього згоряння серії XU

Двигуни серії XU побудовані за класичною схемою чотиритактного циклу Отто, який передбачає послідовність процесів впуску, стиснення, робочого ходу та випуску. Робота двигуна ґрунтується на утворенні паливоповітряної суміші, її згоранні у камері згоряння та перетворенні хімічної енергії палива на механічну.

Особливостями конструкції цієї серії є чавунний блок циліндрів, що забезпечує підвищену жорсткість і довговічність, та алюмінієва головка, яка сприяє ефективному теплообміну.

Система газорозподілу двигунів XU, залежно від модифікації, може бути виконана з одним або двома верхніми розподільними валами (SOHC або DOHC). Привід ГРМ здійснюється зубчастим ременем, який потребує своєчасної заміни відповідно до регламенту, оскільки його розрив призводить до серйозних пошкоджень клапанного механізму.

Система живлення у більшості пізніх модифікацій двигунів XU є інжекторною, що забезпечує точне дозування палива та зниження шкідливих викидів. Запалювання здійснюється електронною системою з датчиками положення колінчастого вала, температури повітря та охолоджувальної рідини, що забезпечує стабільність роботи двигуна в різних режимах.

Ефективність роботи двигуна визначається взаємодією систем мастила та охолодження. Недостатній тиск мастила або перегрів суттєво прискорюють знос вкладишів, поршневих кілець та підшипників колінчастого вала. Тому технічний стан цих систем є критично важливим для забезпечення ресурсу двигуна XU.

Знання конструкції та принципів роботи двигуна дозволяє точніше визначати технологію обслуговування, своєчасно виявляти аномалії у роботі та попереджувати відмови.

1.3 Аналіз характерних несправностей двигунів серії XU та факторів, що впливають на їх надійність

У процесі експлуатації двигуни серії XU Peugeot 605 піддаються впливу різних факторів, які визначають швидкість зносу деталей та загальний моторесурс. Найпоширенішими несправностями є зменшення компресії, підвищена витрата мастила, знос поршневих кілець, утворення задирів на стінках циліндрів, вихід з ладу підшипників колінчастого вала та порушення роботи клапанного механізму.

Одним із ключових чинників, що впливають на довговічність двигуна, є дотримання інтервалів технічного обслуговування. Несвоєчасна заміна мастила призводить до погіршення мастильних властивостей, виникнення нагару та зменшення ефективності охолодження внутрішніх компонентів. Надмірно забруднений масляний фільтр може спричинити обвід потоку через перепускний клапан, унаслідок чого продукти зносу накопичуються у системі.

Важливим фактором є якість палива. Використання низькооктанового або забрудненого палива спричиняє детонацію, нерівномірне згоряння суміші та прискорений знос поршневої групи. Довготривала експлуатація автомобіля у міських режимах із частими холодними пусками також негативно позначається на ресурсі двигуна, оскільки частина мастила не встигає сформувати стійку захисну плівку між деталями.

Вплив зовнішніх чинників, таких як кліматичні умови, якість дорожнього покриття, манера керування та навантаженість транспортного засобу, є вирішальним у питаннях надійності. Надмірні навантаження, затяжні підйоми, агресивна манера водіння та перегрів істотно скорочують строк служби двигуна.

Оцінка характерних несправностей і причин їх виникнення дозволяє сформувати оптимальну стратегію ТО, що сприятиме підвищенню довговічності двигунів серії XU та зменшенню витрат на ремонт упродовж життєвого циклу ТЗ.

1.4. Вимоги до автотранспортного підприємства для технічного обслуговування та ремонту двигунів серії XU

Автотранспортне підприємство, яке спеціалізується на обслуговуванні та ремонті двигунів внутрішнього згоряння, повинно мати комплексну технічну інфраструктуру, що відповідає вимогам сучасної діагностики та відновлення агрегатів. Для якісного обслуговування двигунів серії XU необхідні спеціалізовані пости, оснащені підйомниками, стендами для перевірки компресії, ендоскопічним обладнанням, пристроями для контролю тиску мастила та системи охолодження.

Серед ключових елементів оснащення АТП має бути верстатне обладнання для шліфування клапанів, обробки головок блоків циліндрів, хонінгування циліндрів, а також стенди для перевірки паливної апаратури й електронних систем керування двигуном. Важливим є забезпечення наявності вимірювальних інструментів високої точності: нутромірів, мікрометрів, індикаторів зусилля та інших засобів контролю геометрії.

Персонал підприємства повинен мати належний рівень кваліфікації та володіти знаннями щодо конструкції двигунів XU, типових дефектів та специфіки їх діагностики. Регулярне підвищення кваліфікації працівників є обов'язковою умовою для підтримання конкурентоспроможності підприємства.

Організація повинна забезпечувати дотримання технологічних карт, екологічних норм та вимог до утилізації відпрацьованих матеріалів. Усі ремонтні роботи мають виконуватися із застосуванням якісних витратних матеріалів та запасних частин, оскільки саме від їх якості залежить надійність відремонтованого двигуна.

Таким чином, автотранспортне підприємство повинно забезпечити всі необхідні умови для проведення діагностики, відновлення та технічного обслуговування двигунів серії XU Peugeot 605, що дозволить гарантувати стабільність роботи автомобіля та підвищити його експлуатаційну надійність протягом використання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок річної програми ТО і ПР

Для визначення виробничої програми автотранспортного підприємства та обсягу робіт з ТО і ПР необхідно задати вихідні експлуатаційні дані. До них належать:

- тип та кількість рухомого складу;
- пробіг автомобіля до капітального ремонту;
- середньодобовий пробіг;
- дорожні та природно-кліматичні умови регіону;
- режим роботи служби технічного обслуговування і ремонту.

Таблиця 2.1 – Рухомий склад

Модель	Тип	Кількість
Peugeot 605 (XU10)	легковий бізнес-клас	4
Toyota Land Cruiser 70	позашляховик	1
Opel Vectra A	легковий середній клас	1
Mercedes – Benz E-Class W124	бізнес-седан	1
Iveco EuroCargo 75E	легка вантажівка	1

Середній фактичний пробіг однієї моделі або всього парку обчислюється за формулою:

$$L_{\text{сер}} = \frac{\sum L_i}{n} \quad (2.1)$$

2.2.1 Періодичність технічного обслуговування

Для розрахунку річної програми ТО та ПР необхідно попередньо вибрати значення пробігів до проведення ТО-1 та ТО-2.

Оскільки фактичні умови роботи автотранспортного підприємства можуть відрізнятися від базових, у загальному випадку пробіг до списання автомобіля та періодичність проведення ТО-1 та ТО-2 уточнюються корегуванням:

Скориговані пробіги до ТО-1 та ТО-2:

$$L1=L1H \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \quad (2.2)$$

$$L2=L2H \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \quad (2.3)$$

Для Peugeot 605 з ДВЗ серії XU приймаємо:

$$L1 = 15000 \text{ км}; L2 = 30000 \text{ км.}$$

Задаємо:

$$K1 = 0,75; K2 = 0,95; K3 = 0,90.$$

Тоді скориговані пробіги становитимуть:

$$L1 = 15000 \cdot 0,75 \cdot 0,95 \cdot 0,90 \approx 9619 \text{ км,}$$

$$L2 = 30000 \cdot 0,75 \cdot 0,95 \cdot 0,90 \approx 19238 \text{ км.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо:

$$L1 = 9600 \text{ км}; L2 = 19200 \text{ км.}$$

Сер. пробіг приймаємо:

$$L_{cc} = 110 \text{ км/добу.}$$

Таблиця 2.2 – Періодичності пробігів

Модель автомобіля	Вид пробігу	Позначення	Пробіг, км
			нормативний
Peugeot 605	Середньодобовий пробіг	L _{cc}	–
	Пробіг до ТО-1	L ₁	15000
	Пробіг до ТО-2	L ₂	30000

Інтервал між обслуговуваннями в добах:

$$N_{TO-1} = \frac{L_1}{L_{cc}} = 9600/110 \approx 87 \text{ діб.}$$

$$N_{TO-2} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{19200}{9600} = 2.$$

2.2.2 Трудомісткість ТО і ТР

Визначається за формулою:

$$t_{TO} = t_{TOH} \cdot K_M \cdot K_c \quad (2.4)$$

З урахуванням конструктивної складності моделей задаємо такі трудомісткості (на одне обслуговування та на 1000 км пробігу):

Peugeot 605:

$$t_{TO-1H} = 2,0 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TO-2H} = 8,5 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TPH} = 3,5 \text{ чол} \cdot \text{год}/1000 \text{ км.}$$

Toyota Land Cruiser 70:

$$t_{TO-1H} = 2,4 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TO-2H} = 10,0 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TPH} = 4,0 \text{ чол} \cdot \text{год}/1000 \text{ км.}$$

Opel Vectra A:

$$t_{TO-1H} = 1,8 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TO-2H} = 7,5 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TPH} = 3,0 \text{ чол} \cdot \text{год}/1000 \text{ км.}$$

Mercedes-Benz E-Class W124:

$$t_{TO-1H} = 2,2 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TO-2H} = 9,5 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TPH} = 3,8 \text{ чол} \cdot \text{год}/1000 \text{ км.}$$

Iveco EuroCargo 75E:

$$t_{TO-1H} = 3,0 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TO-2H} = 12,0 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

$$t_{TPH} = 5,0 \text{ чол} \cdot \text{год}/1000 \text{ км.}$$

Таблиця 2.3 – Розрахункова трудомісткість ТО та ПР

Модель автомобіля	K_{TO}	K_{TP}	$t_{TO-1H},$ чол · год	$t_{TO-2H},$ чол · год	$t_{TPH},$ чо · год/1000 км	$t_{TO-1},$ чол · год	$t_{TO-2},$ чол · год	$t_{TP},$ чол · $\frac{\text{год}}{1000 \text{ км}}$
Peugeot 605	1,2	1,2	2,0	8,5	3,5	2,3	9,8	4,1

Toyota Land Cruiser 70	1,2	1,7	2,4	10,0	4,0	2,8	11,5	6,6
Opel Vectra A	0,7	1,2	1,8	7,5	3,0	1,3	5,2	3,5
Mercedes-Benz E-Class W124	1,2	1,2	2,2	9,5	3,8	2,5	10,9	4,4
Iveco EuroCargo 75E	1,2	1,2	3,0	12,0	5,0	3,4	13,8	5,8

Усереднена скоригована питома трудомісткість ПР для парку становить:

$$t_{\text{ТР,сер}} \approx 4,9 \text{ чол\год/1000 км.}$$

2.2.3 Технічна готовність

Дане значення характеризує частку часу, протягом якого авто можуть бути використані за призначенням. Він визначається:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + \frac{L_{\text{cc}} \cdot D_{\text{оп}} \cdot K'_4}{1000}} \quad (2.5)$$

Підставивши числові значення, маємо:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + \frac{110 \cdot 0,35 \cdot 0,8}{1000}} = \frac{1}{1 + 0,0308} \approx 0,97.$$

2.2.4 Розрахунок трудомісткості з ПР

Річна трудомісткість робіт з ПР визначається:

$$T_{\text{ТР}} = \frac{L \cdot t_{\text{ТР,сер}}}{1000} \quad (2.6)$$

Річний пробіг парку:

$$L = A_u \cdot L_{\text{cc}} \cdot D_{\text{кг}} \cdot \alpha_i \quad (2.7)$$

Коефіцієнт використання парку визначається через коеф. тех. готовності:

$$\alpha_i = \alpha_{\text{т}} \cdot \frac{D_{\text{пр}}}{D_{\text{кг}}} \quad (2.8)$$

Підставляючи:

$$\alpha_i = 0,97 \cdot \frac{249}{365} \approx 0,66.$$

Тоді річний пробіг парку:

$$L = 8 \cdot 110 \cdot 365 \cdot 0,66 \approx 212000 \text{ км.}$$

Річна трудомісткість ПР:

$$T_{\text{ТР}} = 212000 \cdot 4,91000 \approx 1040 \text{ чол\год.}$$

2.2.5 Розрахунок річної трудомісткості робіт електроцеху

Частина робіт з ПР пов'язана з електрообладнанням автомобілів (системи запалювання, живлення, керування роботою ДВЗ, освітлення тощо). Річна трудомісткість робіт електроцеху визначається як частка від загальної трудомісткості ПР:

$$T_{\text{ТР.ел}} = T_{\text{ТР}} \cdot 0,07 \quad (2.9)$$

де коеф. 0,07 відповідає частці електротехнічних робіт (7%).

$$T_{\text{ТР.ел}} = 1040 \cdot 0,07 = 73 \text{ чол\год.}$$

Отже, на електротехнічні роботи за рік припадає близько 73 людино-годин.

2.2.6 Чисельність робітників

Річний виробничий фонд часу одного робочого місця при п'ятиденному робочому тижні визначається за формулою:

$$F_{\text{рм}} = T_{\text{см}} \cdot (D_{\text{кг}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}} - D_{\text{пп}}) \quad (2.10)$$

$$F_{\text{рм}} = 8 \cdot (365 - 104 - 11 - 1) = 8 \cdot 249 = 1992 \text{ год/рік.}$$

Явочна чисельність робітників електроцеху визначаємо:

$$R_{\text{я}} = \frac{T_{\text{ТР.ел}}}{F_{\text{рм}}} \quad (2.11)$$

Списочну чисельність робітників розраховують з урахуванням планових неявок (відпустки, поважні причини):

$$R_{\text{с}} = \frac{T_{\text{ТР.ел}}}{F_{\text{пр}}} \quad (2.12)$$

$$F_{\text{пр}} = (1992 - 256) \cdot 0,96 \approx 1667 \text{ год/рік}$$

$$R_c = \frac{73}{1667} \approx 0,04 \text{ особн.}$$

З урахуванням отриманих значень приймаємо одного робітника, який суміщає функції слюсаря-електрика для виконання робіт з обслуговування та ремонту ДВЗ серії XU та систем Peugeot 605 і інших моделей.

2.3 Підбір обладнання

Для виконання діагностики, ТО і ПР ДВЗ серії XU Peugeot 605 та аналогічних ТЗ дільниця повинна бути оснащена сучасним високоточним обладнанням. Треба врахувати:

- характеру виконуваних робіт (електронна діагностика, механічні роботи, контроль параметрів ДВЗ);
- вимог безпеки та охорони праці;
- ергономіки робочого простору;
- брендів, які використовуються на СТО в Україні у 2024–2025 рр.

Нижче наведено перелік рекомендованого обладнання, яке забезпечує повний цикл ТО та ремонту ДВЗ Peugeot серії XU та аналогічних моделей.

Таблиця 2.4 – Обладнання дільниці

Найменування обладнання	Модель / виробник	Основні характеристики	Потужність, кВт	Габарити (мм)	Площа, м ²
Ультразвукова мийка деталей	KraftWell KRW-U80	80 л, підігрів, таймер	1,0	720×500	0,36
Стенд для перевірки електрообладнання	Bosch FSA 740	мультимарочна діагностика, осцилограф	0,9	900×800	0,72

Тестер контрольно-вимірювальних приладів	LAUNCH BST-860	тест АКБ, генератора, стартера	—	300×200	0,06
Настільний свердлильний станок	Scheppach DP55	710 Вт, цифровий індикатор	0,71	320×200	0,06
Електроточильний верстат	Makita GB602	коло 150 мм	0,25	350×250	0,09
Зарядно-діагностичний пристрій	СТЕК MXTS 40	40 А, цифровий режим	—	340×300	0,10
Верстак електрика	Stahlmann PRO-2800	метал, тумби, світильник	—	2800×800	2,24
Стелаж для вузлів та агрегатів	Sigma 7455101	метал, 5 полиць	—	1500×500	0,75
Шафа для зберігання АКБ	Könner&Söhnen BAT-Safe	вогнетривка	—	700×1500	1,05
Витяжний вентилятор	VENTS 150 VKO	осьовий, 150 мм	0,12	—	—
Комплект інструменту автомеханіка	JONNESWAY S04H524131	131 предмет	—	—	—

2.4 Розрахунок виробничої площі

Площа ділянки визначається з урахуванням щільності розташування обладнання:

$$F_d = K_{пл} \cdot \sum F_{об} \quad (2.13)$$

$$F_d = 4 \cdot 4,73 = 18,92 \approx 19 \text{ м}^2.$$

Для забезпечення зручності обслуговування, проходів та вимог техніки безпеки площу округлюємо до:

Прийнята площа ділянки: 20 м²

2.5 План дільниці

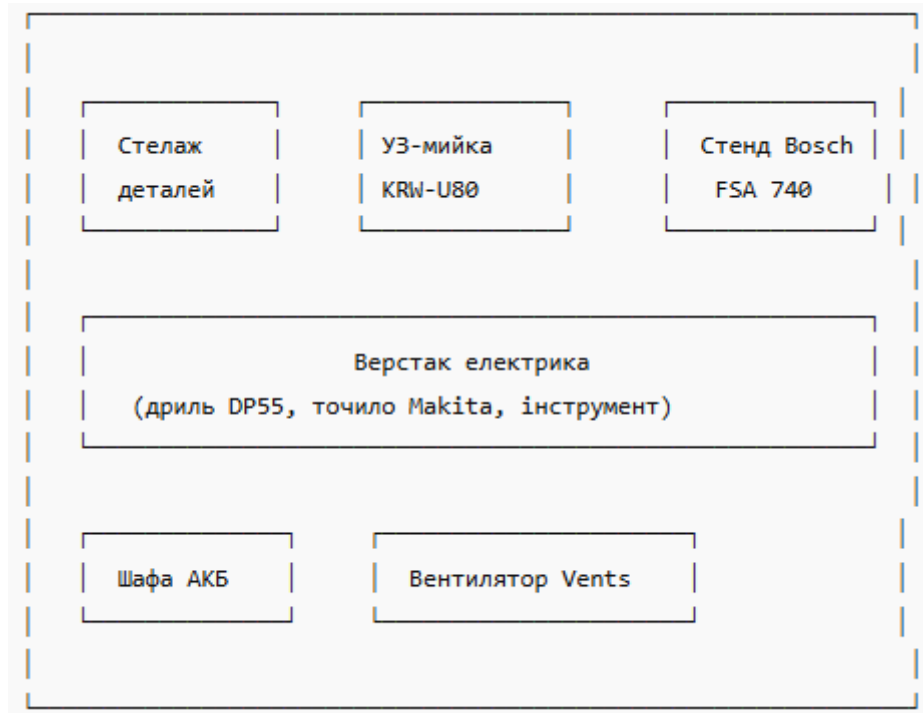


Рисунок 2.1 – План дільниці ремонту і діагностики ДВЗ Peugeot 605

2.6 Організація робочих місць дільниці

Організація робочих місць на дільниці ТО серії XU повинна забезпечувати безпечні та ефективні умови праці. Усе обладнання розміщують так, щоб технологічний процес був послідовним і раціональним. Планування враховує ергономічні вимоги, особливості виконання робіт, характер операцій та взаємозв'язки між зонами обслуговування, діагностики й ремонту.

Організація робочих місць відповідає логічній послідовності технологічних операцій. Усі ділянки розташовані так, щоб майстер виконував мінімум зайвих переміщень. Інструмент, стенди й матеріали повинні знаходитися поруч і бути легкодоступними. Робочі місця обладнані згідно з нормами ергономіки: висота верстаків, освітлення та робочий простір забезпечують зручність і безпечну роботу. На всіх робочих місцях передбачено вентиляцію, якісне освітлення, аварійні вимикачі, діелектричні килимки та засоби попередження небезпеки.

Дільниця має кілька основних робочих місць. Перше – місце для діагностики електронних систем двигуна. Тут перевіряють систему

запалювання, упорскування та роботу датчиків. Також здійснюють тестування генераторів, стартерів і акумуляторів. Пост оснащено діагностичним стандом Bosch, тестером АКБ, ноутбуком із програмами Peugeot Planet або DiagBox, осцилографом і мультиметром. У зоні діагностики повинно бути достатнє освітлення, заземлення та вільний доступ до обладнання.

Друге робоче місце – механічна ділянка. Тут виконують демонтаж і монтаж окремих вузлів двигуна, дрібну обробку деталей і ремонт різьбових з'єднань. Робоче місце оснащено свердлильним станком, електроточильним верстатом, лещатами та слюсарним інструментом. Механічна зона має бути відокремлена від діагностичного поста та обладнана витяжкою або пиловловлювачем.

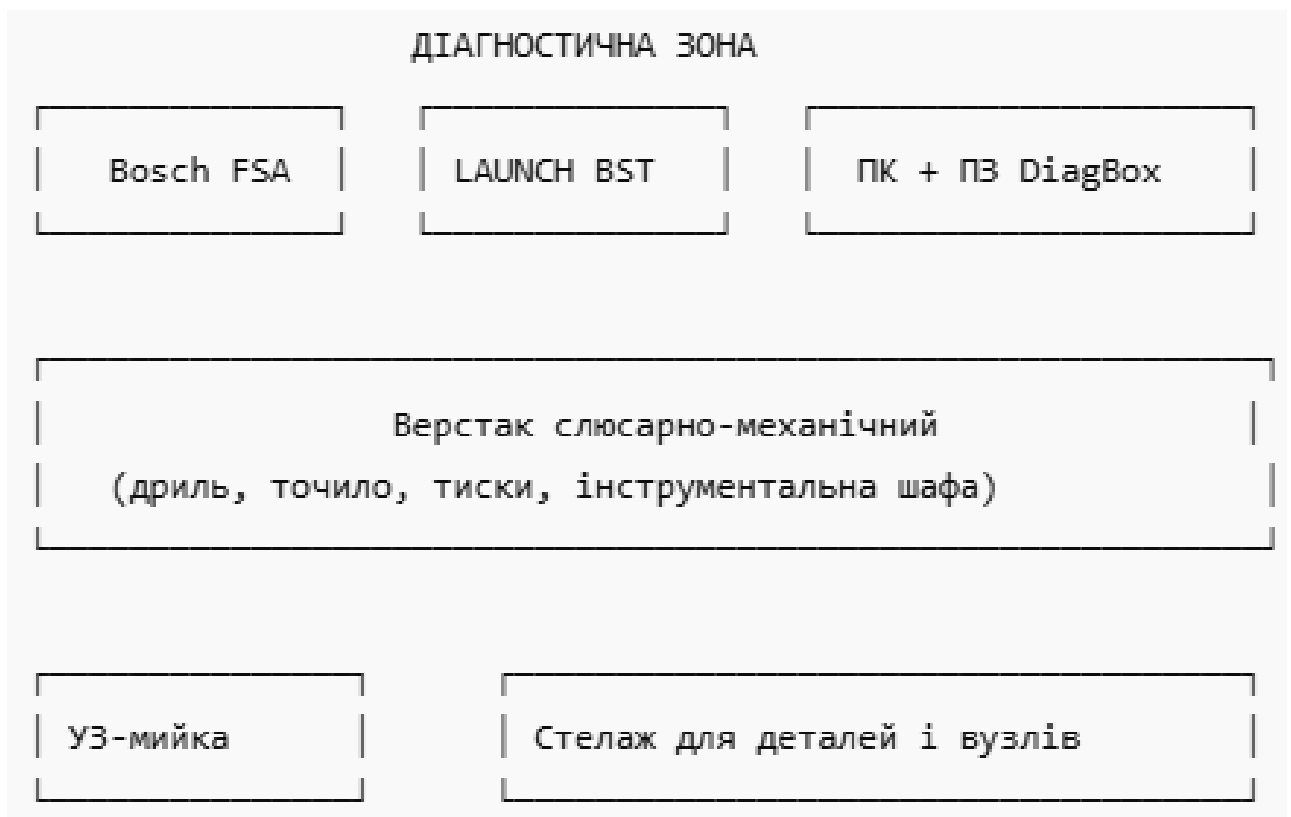


Рисунок 2.2 – Схема організації робочих місць дільниці

Третє місце призначене для миття та очищення деталей. Тут очищують поршні, клапани, паливні рампи та інші вузли перед дефектацією. Пост укомплектовано ультразвуковою ванною, сушильною шафою та засобами

очищення. У зоні повинна бути система відведення пари, протиковзке покриття підлоги та безпечне зберігання рідин.

Четверте робоче місце – зона зберігання запчастин і агрегатів. Тут тимчасово зберігають відремонтовані вузли, дрібні елементи та акумулятори. Для цього використовують металеві стелажі, контейнери та спеціальні шафи. У зоні підтримують стабільну температуру та уникають прямих сонячних променів.

Загальна організація робочої зони забезпечує вільні проходи між обладнанням, зручне розміщення габаритних стендів уздовж стін, хорошу доступність інструменту та чітке зонування згідно з технологічним процесом.

2.7 ТО Peugeot 605

Для підтримання надійності двигунів серії XU на автомобілях Peugeot 605 необхідно регулярно виконувати технічне обслуговування, яке суттєво впливає на ресурс силового агрегату. Більшість базових операцій можна виконувати самостійно, проте складні процедури, що потребують діагностичного обладнання, краще доручати спеціалізованим майстерням. Обслуговування здійснюється або через визначений пробіг, або через встановлений часовий інтервал, оскільки зношення двигуна напряму пов'язане з експлуатаційним періодом.

Надійність роботи двигуна значною мірою залежить від стану моторного масла. Рівень масла потрібно контролювати регулярно, бажано під час кожної заправки. Перевірка виконується на рівному майданчику при холодному двигуні. Якщо автомобіль експлуатується у спокійному режимі, рівень масла допускається ближчим до нижньої позначки, а при русі на високих обертах – ближчим до верхньої. Надлишкова кількість масла шкодить двигуну, сприяє утворенню нагару і може пошкодити каталізатор. Масло в бензинових двигунах XU слід замінювати кожні 15000 км або раз на рік. Фільтр змінюють разом з маслом. Злив здійснюють на прогрітому двигуні, після чого встановлюють новий фільтр та заливають рекомендований тип оливи.

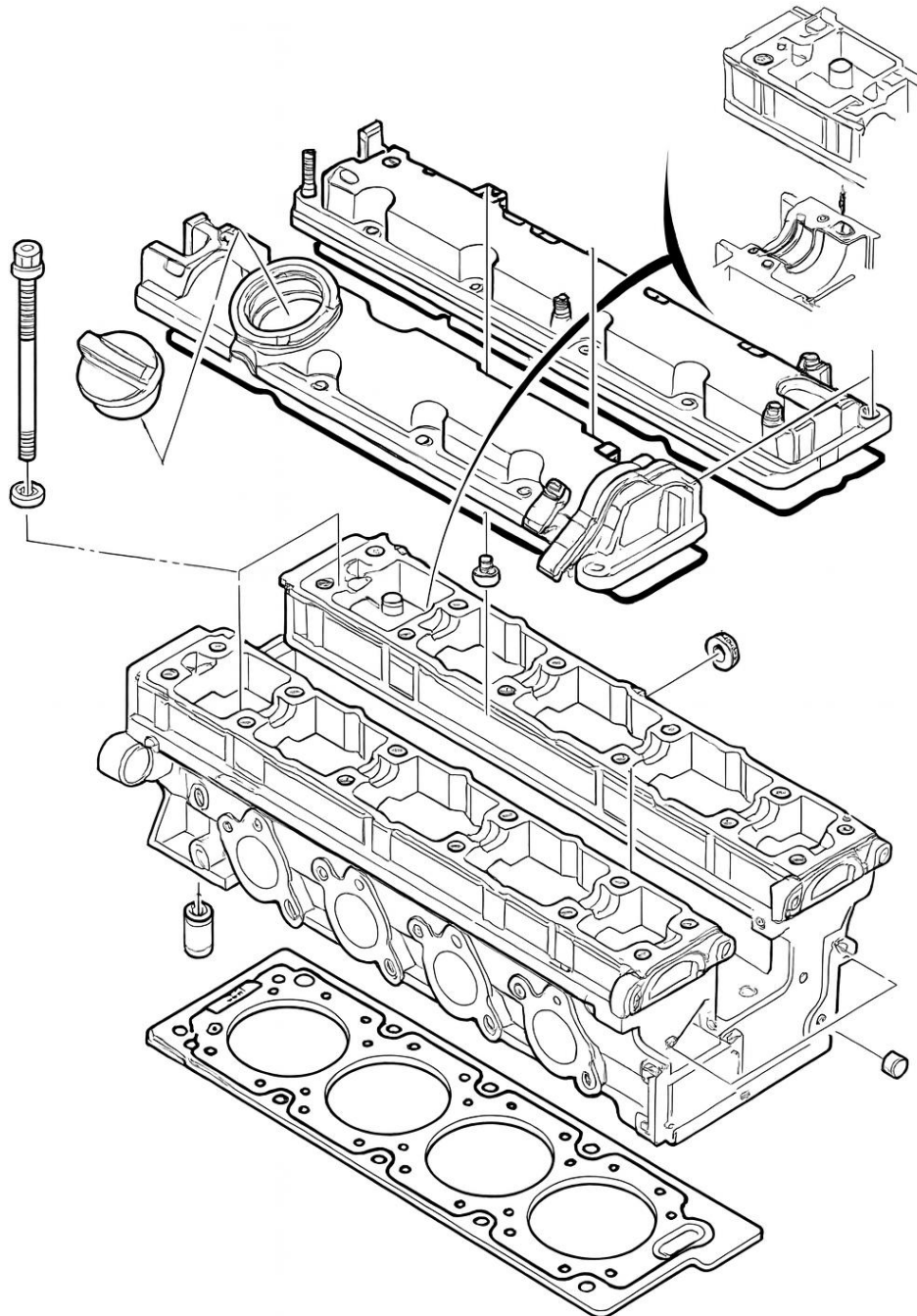


Рисунок 2.3 – ДВЗ XU10J4R

Рівень та стан охолоджувальної рідини істотно впливають на тепловий режим двигуна, його ресурс та стабільність роботи. Рівень антифризу повинен знаходитися між позначками MIN та MAX, а заміну рідини виконують раз на два роки. Несправності системи охолодження – течі, тріщини в шлангах, несправний термостат або вентилятор – призводять до перегрівання двигуна, що значно знижує його надійність. Водночас у холодний період необхідно контролювати концентрацію антифризу, щоб забезпечити захист системи від замерзання.

Своєчасна заміна повітряного фільтра впливає на стабільність роботи двигуна та запобігає потраплянню пилу в циліндри. Для бензинових двигунів XU інтервал заміни становить 60000 км, а у випадку експлуатації в запиленому середовищі – частіше. Забруднений фільтр погіршує подачу повітря, збільшує витрату пального та впливає на роботу системи упорскування.

Не менш важливим фактором надійності є стан паливного фільтра. Його замінюють кожні 60000 км для бензинових ДВЗ. Під час заміни необхідно стравити тиск у паливній системі, оскільки він може бути підвищеним. Негерметичність фільтра, шлангів або зворотного клапана призводить до проблем із запуском двигуна та нестабільної роботи.

Регулярний огляд ремня приводу допоміжних агрегатів допомагає уникнути раптового обриву, який може спричинити зниження ефективності роботи систем двигуна. Перевірка здійснюється кожні 60000 км Ремінь не повинен мати тріщин, надриків або слідів розшарування.

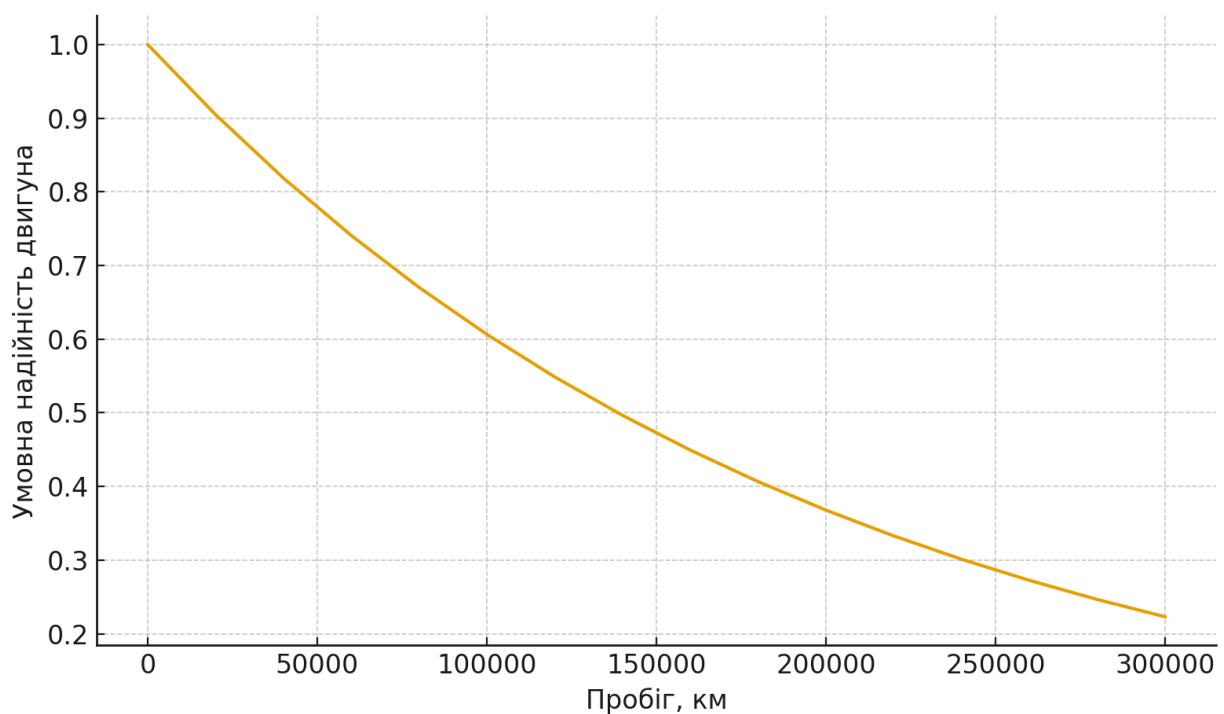


Рисунок 2.4 – Зниження надійності ДВЗ XU

Огляд шрусів і пильників важливий для загального ресурсу трансмісії, що працює в парі з двигуном. Пошкодження пильника призводить до швидкого

руйнування шарніра, а це створює додаткове навантаження на силовий агрегат. При появі характерних клацаючих звуків або вібрацій потрібно перевірити внутрішні та зовнішні шруси.

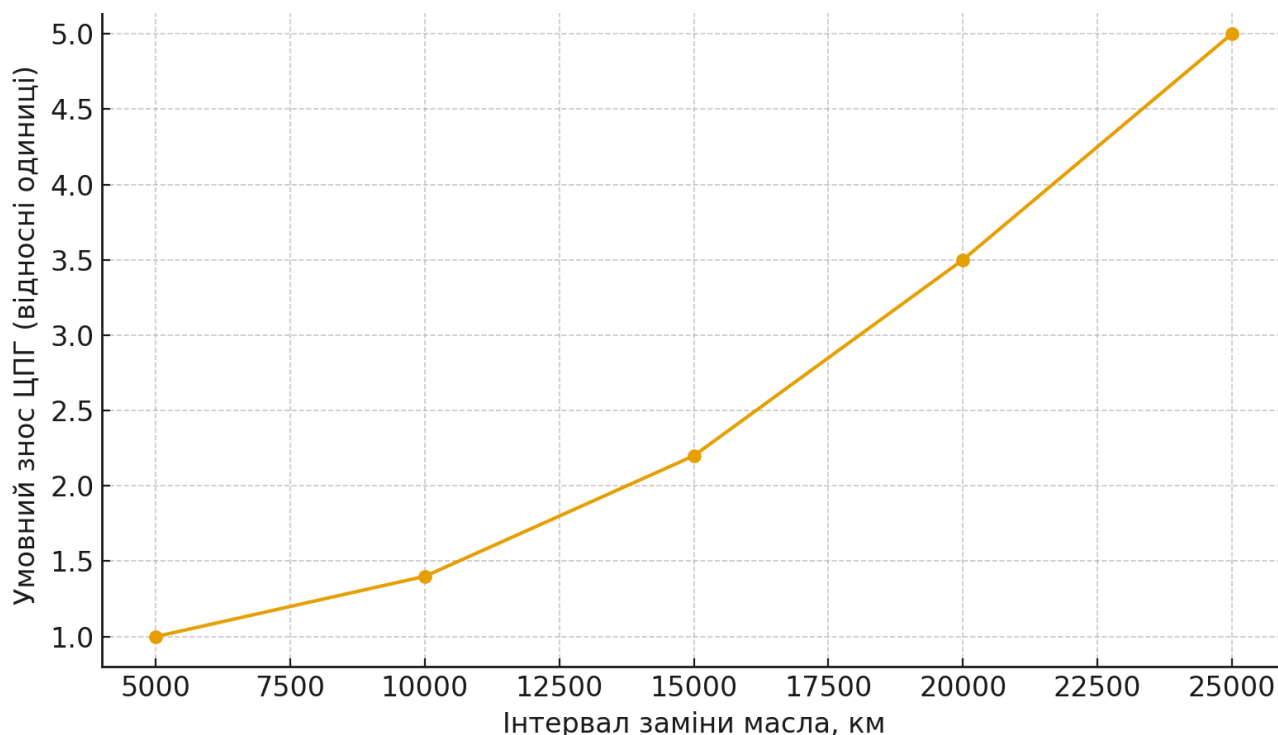


Рисунок 2.5 – Вплив інтервалу заміни масла на знос

Загальний стан системи живлення, мастила, охолодження та привідних механізмів безпосередньо впливає на надійність двигунів серії XU. Регулярний контроль рідин, фільтрів, ременів, системи вентиляції картера і чистоти повітряного тракту дозволяє підтримувати оптимальний ресурс двигуна, знижує можливість перегріву, масляного голодування або потрапляння забруднень у камеру згоряння. Вчасне технічне обслуговування є ключовим фактором довговічності та надійності силового агрегату Peugeot 605 упродовж усього періоду експлуатації транспортного засобу.

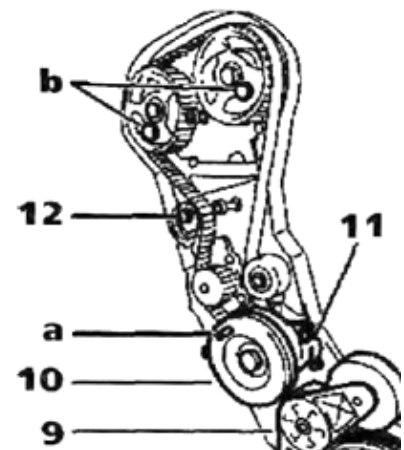
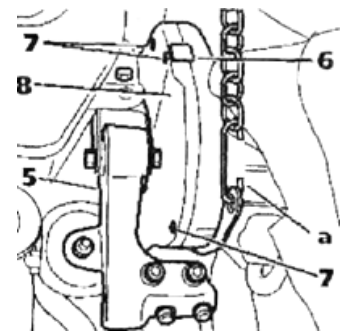
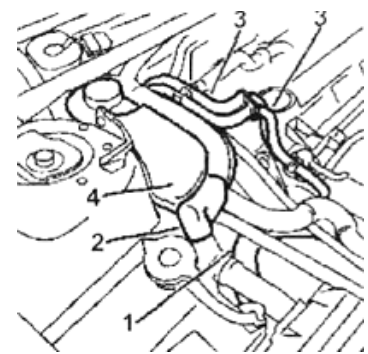
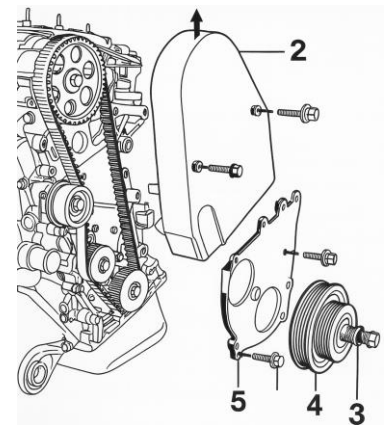
2.8 Обслуговування ДВЗ серії XU

Ремінь приводу

Правильне технічне обслуговування приводу газорозподільного механізму двигунів серії XU (зокрема XU10J4R) є одним із ключових факторів їхньої надійності впродовж тривалого періоду експлуатації. Основним елементом приводу ГРМ є зубчастий ремінь, який синхронізує роботу колінчастого та розподільчого валів і визначає коректне відкриття та закриття клапанів. Порушення натягу ремня, помилки під час монтажу або тривала експлуатація без заміни можуть призвести до перескоку зубців, розриву ремня та серйозних пошкоджень двигуна, зокрема загину клапанів.

При знятті ремня важливо фіксувати колінчастий і розподільчий вали у правильному положенні за допомогою спеціальних упорів або штифтів. Це забезпечує збереження фаз газорозподілу та виключає зсув синхронізації під час демонтажу. Якщо ремінь планується встановлювати повторно, необхідно позначити його напрямок обертання. Використання ремня в протилежному напрямку прискорює його зношування та підвищує ризик передчасного виходу з ладу, що безпосередньо збільшує ймовірність відмови двигуна.

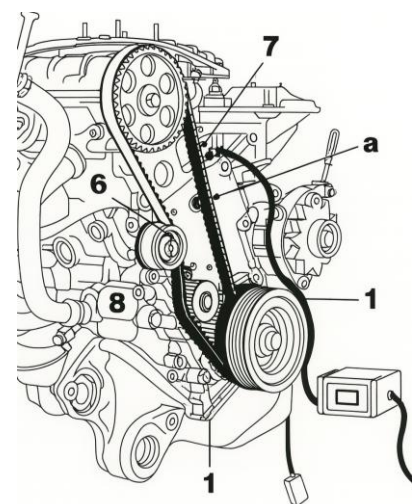
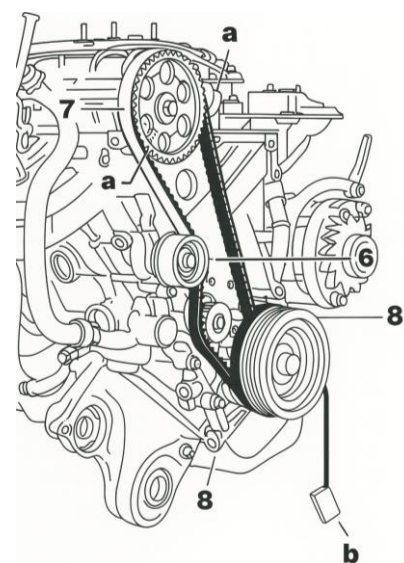
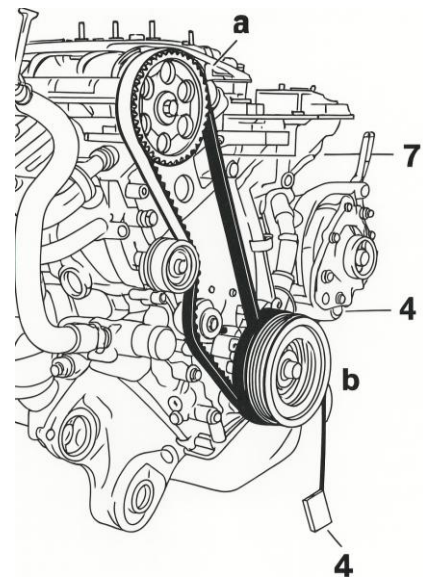
Натяг ремня ГРМ є критичним параметром для надійності приводу. Недостатній натяг призводить до шуму, вібрацій і можливого перескоку зубців, тоді як надмірний натяг перевантажує підшипники



натяжного та обвідних роликів, водяного насоса та сальники валів. У двигунах серії XU для контролю натягу застосовуються спеціальні прилади типу SEEM, а регулювання проводиться через натяжний ролик із наступною перевіркою після декількох повних обертів колінчастого вала. Такий підхід забезпечує стабільний натяг у робочих умовах та підвищує ресурс як самого ремня, так і суміжних вузлів.

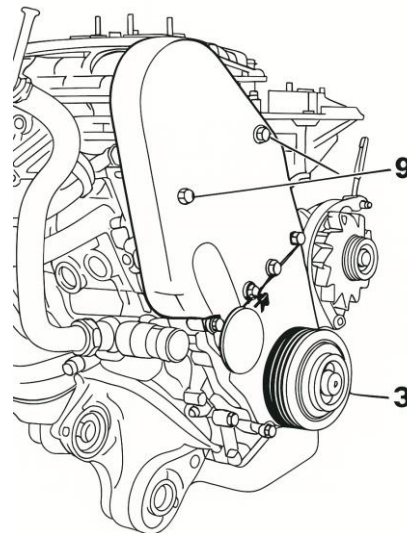
Після встановлення нового ремня або повторного монтажу обов'язково виконують контроль правильності встановлення фаз газорозподілу. Для цього колінчастий вал обертають на два оберти у робочому напрямку та повторно встановлюють фіксатори в отвори колінчастого та розподільчого валів. Якщо упори входять вільно, синхронізація збережена. У протилежному випадку ремінь укладають заново. Така процедура зменшує імовірність помилок механіка та підвищує надійність двигуна в подальшій експлуатації.

Усі різьбові з'єднання елементів приводу ГРМ, зокрема болти шківів і кришок, затягують із заданим моментом і часто з використанням герметизуючого або фіксувального складу. Недостатня затяжка або відсутність фіксації може призвести до послаблення кріплень, зміщення шківів і порушення фаз газорозподілу в процесі роботи двигуна. Надійність приводу ГРМ двигунів XU таким чином залежить як від якості деталей і



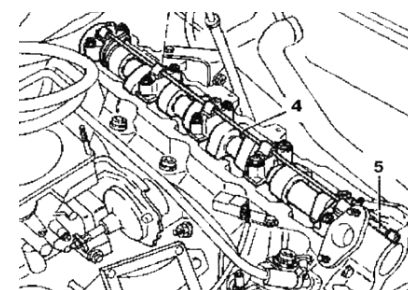
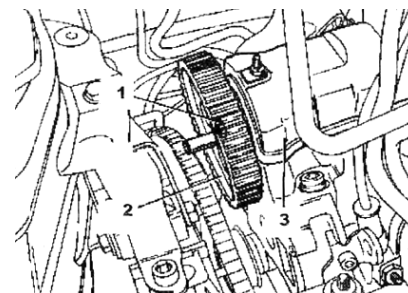
своєчасності їхньої заміни, так і від дотримання технології монтажу.

Отже, для серії XU автомобілів Peugeot 605 своєчасна заміна ременя ГРМ, коректне регулювання натягу, точна фіксація валів та дотримання напрямку обертання ременя є важливими факторами, що безпосередньо впливають на надійність силового агрегату та характер відмов у залежності від періоду експлуатації.

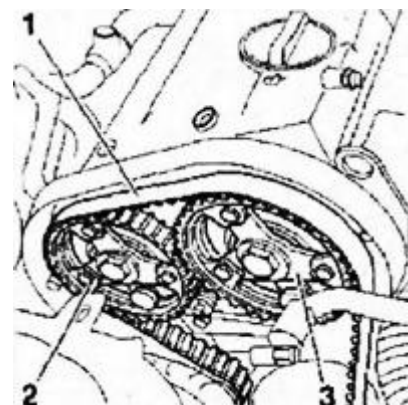


Розподільний вал

Зняття розподільчого вала на двигунах серії XU автомобілів Peugeot 605, належать до складних операцій, які впливають на подальшу надійність силового агрегату та правильність роботи газорозподільного механізму. Перед демонтажем розподільчого вала необхідно зняти зубчастий ремінь ГРМ, оскільки він забезпечує синхронізацію. Після зняття ременя фази газорозподілу втрачають фіксацію, тому будь-які помилки можуть призвести до неправильного встановлення моментів відкриття і закриття клапанів.



У різних модифікацій двигунів XU перед демонтажем розпредвалів можуть знадобитися додаткові підготовчі процедури. Наприклад, у двигунів XU102С часто доводиться демонтовувати паливний насос, а у XU10J2 – опору двигуна з демпфером коливань. Це зумовлено різними компоновочними рішеннями та додатковими

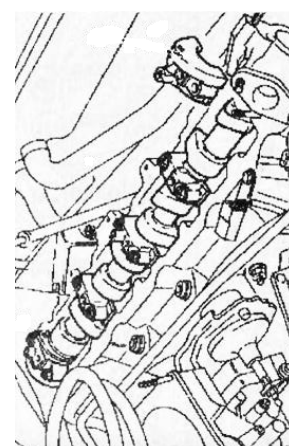
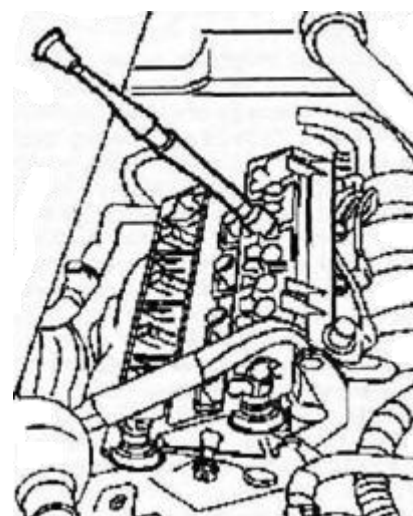
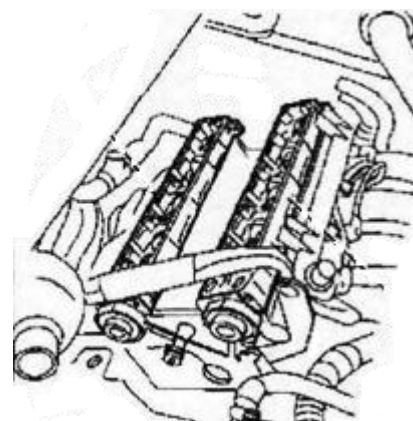
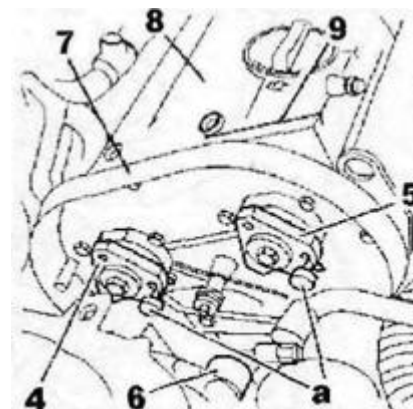


системами. У більш сучасному двигуні XU10J4R зняття валів потребує демонтажу блоку катушок запалювання, паливних трубопроводів та захисних кришок ГРМ.

Для забезпечення правильного встановлення розподільчого вала в заводське положення під час демонтажу та монтажу використовуються спеціальні фіксатори. Вони блокують розподільчий вал у необхідному положенні, що дозволяє уникнути зміщення фаз газорозподілу. Важливою умовою є збереження маркування та порядку встановлення корпусів підшипників і кришок, оскільки кожна з них має індивідуальне припасування.

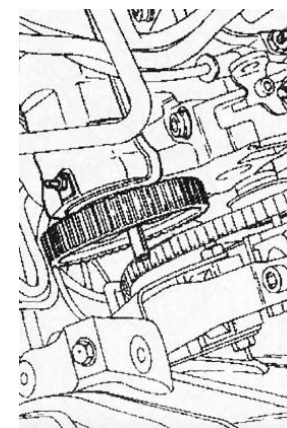
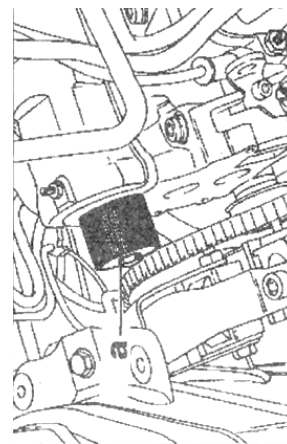
Під час ремонту значну увагу приділяють стану поверхонь кулачків розподільчого вала, посадці в підшипниках та змащуванню. Установка нового сальника та контроль вільного ходу штовхачів забезпечують герметичність і зменшення втрат мастила. У конструкції двигуна XU10J4R передбачений точний порядок затягування болтів корпусів підшипників, що гарантує рівномірний розподіл навантаження та відсутність деформацій головки блока.

Особливо важливим після робіт із розподільчими валами є правильне встановлення зубчастого ременя ГРМ і регулювання його натягу. Надмірний або недостатній натяг призводить до шуму, зносу роликів, розвалу фаз газорозподілу або навіть розриву ременя при роботі двигуна. Це



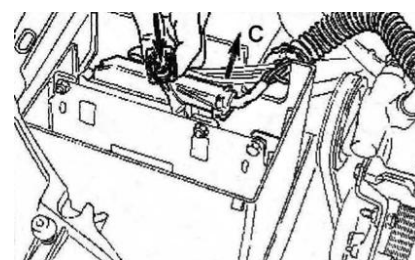
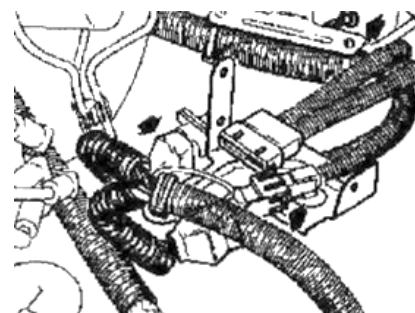
безпосередньо впливає на надійність і ресурс двигунів серії XU, особливо за великих пробігів.

Таким чином, роботи зі зняття та встановлення розподільчого вала на двигунах серії XU потребують високої точності, дотримання технології та правильного маркування деталей. Будь-які відхилення під час складання можуть спричинити порушення фаз газорозподілу, підвищене зношування клапанного механізму або важкі механічні пошкодження. Тому якісне виконання цих операцій є одним із ключових факторів забезпечення надійності ДВЗ Peugeot 605 упродовж усього періоду.



Зняття та встановлення ДВЗ

При виконанні робіт, пов'язаних із демонтажем силового агрегату двигунів серії XU на автомобілях Peugeot 605, необхідно враховувати особливості компоновки та розміщення допоміжних систем, які безпосередньо впливають на доступ до двигуна та якість ремонтних процедур. Перед демонтажем агрегату проводять підготовку силового відсіку: зливають охолоджувальну рідину, знімають акумуляторну батарею, повітряний фільтр і пов'язані елементи системи повітропостачання. У різних модифікацій двигунів XU – зокрема XU102C та XU10J2 – компоновка підкапотного простору дещо відрізняється, тому можуть демонтуватися різні елементи, такі як патрубки забору повітря,



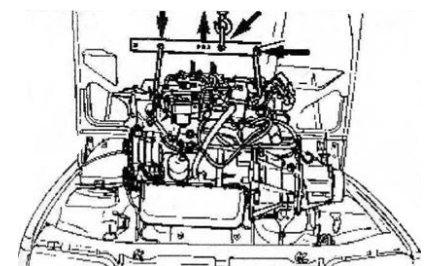
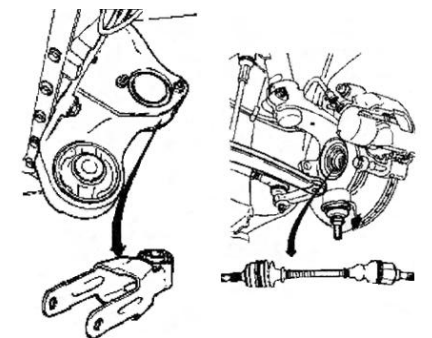
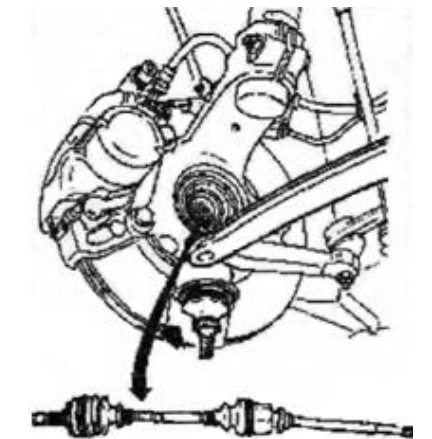
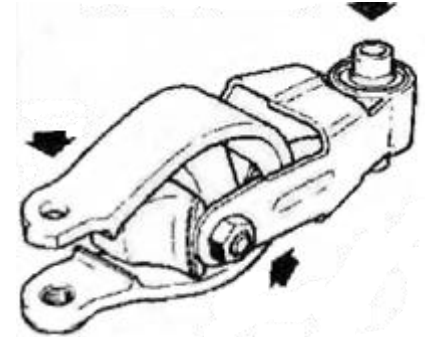
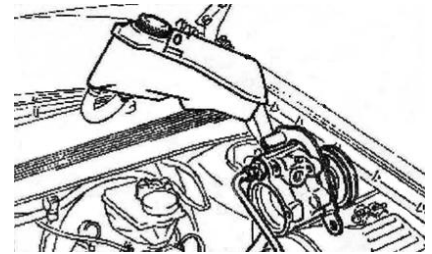
датчик масової витрати повітря або додаткові кронштейни.

Силовий агрегат з'єднаний з численними джгутами проводки, гідравлічними й паливними трубопроводами та шлангами, тому перед його зняттям важливо забезпечити вільний простір і уникнути пошкодження комунікацій. Системи керування двигуном, запалювання, охолодження та підсилювача керма займають значну частину простору, тому їх потрібно звільнити від кріплень або відвести вбік.

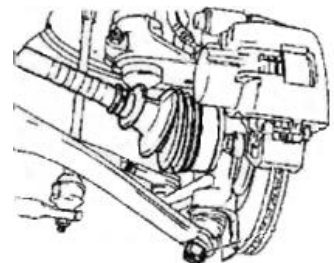
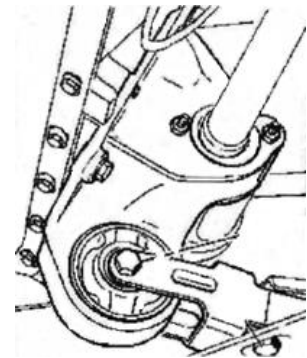
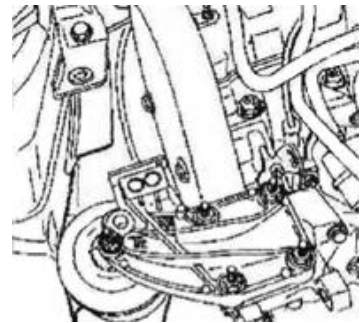
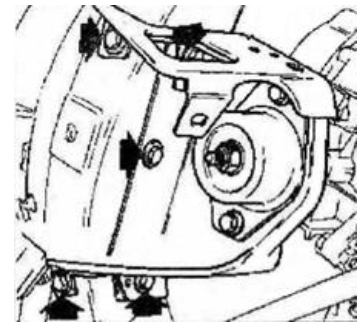
Опори силового агрегату беруть на себе масу двигуна та гасять вібраційні навантаження, тому їхній стан та правильність демонтажу є важливими для безпеки виконання робіт. Під час від'єднання опор необхідно підвішувати двигун кран-балкою або талью, щоб зняти навантаження з опор та уникнути деформації елементів. Також демонтують приводні вали, приймальну трубу випускної системи та елементи трансмісії, що забезпечує можливість вільного переміщення двигуна.

У моделях із кондиціонером компресор не розгерметизують, а лише відводять убік, оскільки контур холодоагенту не підлягає відкриванню без спеціального обладнання. Це важливо і з технічної, і з безпекової точки зору, оскільки холодоагент може викликати обмороження та є екологічно небезпечним.

Після підготовки та звільнення всіх з'єднань двигун акуратно витягується з моторного відсіку.



Процедура виконується у зворотній послідовності під час встановлення, причому всі самоконтрильні гайки та болти, які мають одноразове застосування, замінюються новими. Дотримання рекомендованих моментів затяжки кріплень є обов'язковим, оскільки від цього залежить надійність кріплення силового агрегату, стабільність роботи опор та безпечність експлуатації автомобіля після ремонту. Таким чином, демонтаж двигунів серії XU вимагає врахування розміщення різних систем автомобіля, правильного від'єднання комунікацій та точного виконання технології встановлення. Такі заходи забезпечують збереження ресурсних характеристик силового агрегату, мінімізують ризик пошкодження вузлів та підвищують якість ремонтних робіт на автотранспортному підприємстві.



3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Огляд існуючих конструкцій стендів для розбирання та складання ДВЗ

У сучасних АТП чи СТО для робіт з капітального, поточного ремонту та глибокої діагностики ДВЗ використовують спеціалізовані моторні стенди, призначені для:

- зручного демонтажу навісного обладнання;
- фіксації блоку циліндрів у будь-якому положенні;
- обертання двигуна навколо осі;
- вимірювання компресії та теплотехнічних параметрів;
- післяремонтної обкатки та контролю параметрів ДВЗ.

Стенди умовно поділяють на:

1) Поворотні моторні стенди (для розбирання/складання)

Приклади моделей:

- Trommelberg M1801;
- Torin T23400;
- Miol 80-402;

Призначення

- Фіксація блоку або двигуна Peugeot XU в горизонтальному положенні.
- Можливість повного обертання двигуна на 360° для доступу до картера, ГБЦ, колінвала, навісного обладнання.
- Безпечна робота при демонтажі важких вузлів.

Основні вузли конструкції

- зварена рама на колесах;
- кронштейн із поворотним фланцем під різні типи картерів;
- механізм фіксації обертання;
- висувна балка для регулювання центру ваги.

Типові характеристики

- вантажопідйомність: 350 ... 450 кг;
- кут повороту: 360°;

- власна маса: 35–50 кг.

Переваги

- ідеальний для двигунів Peugeot XU.
- Надійна конструкція + доступність.

Недоліки

- не забезпечує перевірку параметрів роботи двигуна.

2) Стенди для обкатки та випробування двигунів (динамічні)

Приклади:

- СД-60, СД-100 (вітчизняні старі моделі)
- сучасні Dynomax / PowerTest (стаціонарні моторні стенди)

Призначення

- обкатка двигуна після капремонту;
- вимірювання крутного моменту, потужності, ефективності мастильної системи;
- перевірка тиску масла, температури ОЖ, складу вихлопу;
- тестування на холостому ході та під навантаженням.

Основна конструкція

- рама з кріпленнями під двигун;
- вал навантаження або гідравлічний гальмівний стенд;
- система подачі палива, мастила, охолодження;
- панель керування з датчиками та електронікою.

Особливості

- досить дорогі;
- займають багато місця;
- доцільні лише для професійних моторобудівних підприємств.

3) Діагностичні стенди для окремих вузлів ДВЗ

Це обладнання застосовується у моторному цеху АТП для часткової діагностики двигунів:

Стенди перевірки системи запалювання

- перевірка катушок Peugeot XU;

- моделювання обертів 500 ... 5000 об/хв;
- вимірювання високої напруги до 30 ... 40 кВ.

Стенди перевірки компресії та герметичності

- leak-down тестери;
- стенди з ручним або пневматичним приводом.

Стенди для перевірки паливних насосів і рамп

- для систем із регулятором тиску 3..4 бар (Peugeot XU).

3.2 Огляд стендів для діагностики бензинових форсунок

Для діагностики та обслуговування паливної системи двигунів серії XU автомобіля Peugeot 605 у сучасних сервісних центрах застосовують різні стенди для очищення та перевірки бензинових форсунок. Таке обладнання дозволяє проводити тестування продуктивності, герметичності, форми факела розпилення, а також виконувати промивку форсунок ультразвуком. Найпоширенішими серед них є стенди серії LAUNCH, які працюють з електромагнітними бензиновими форсунками.

Стенд LAUNCH CNC-602A є однією з найбільш доступних і популярних моделей. Він дозволяє одночасно тестувати до шести форсунок і імітує різні режими роботи двигуна, такі як холостий хід або робота під навантаженням. Стенд забезпечує перевірку герметичності, продуктивності та якості розпилення. У конструкцію може входити вбудована або окрема ультразвукова ванна. Робочий тиск сягає приблизно 0,65 МПа, а частота керуючих імпульсів — від 10 до 9999 об/хв. Устаткування живиться від мережі 220 В і має потужність приблизно 450 Вт. Об'єм бака становить від 2,5 до 4,7 літрів, а маса залежно від комплектації змінюється в межах 35–75 кг. У середньому вартість такого стенда становить близько 32–33 тисяч грн. Фотографії обладнання можна знайти на сайтах виробника та дилерів.

Інша сучасна модель — LAUNCH CNC-603A. Це компактний стенд з інтегрованою ультразвуковою ванною. Він також розрахований на одночасну перевірку шести форсунок і поєднує у собі функції тестування та очищення.



Рисунок 3.1 – Стенд LAUNCH CNC-602A



Рисунок 3.2 – Стенд LAUNCH CNC-603A

Конструкція займає менше місця і має ударостійкі мірні колби, манометр і герметичний паливний бак. Живлення стенда становить 220 В, а маса – приблизно 10–15 кг. Деякі варіанти можуть виконувати промивку без зняття форсунок з автомобіля. Середня вартість моделі становить 16–20 тисяч грн у перерахунку з долара. Зображення доступні на сайтах продавців.

Ще один вид обладнання, який можна застосовувати під час діагностики, – універсальні аналізатори двигуна, такі як Bosch FSA 740. Вони не призначені для промивання чи тестування форсунок, але дозволяють проводити глибоку діагностику електронних систем двигуна, аналізувати сигнали датчиків і контролювати роботу системи упорскування. Такі пристрої оснащуються осцилографом і набором вимірювальних модулів. Їхня вартість значно вища – у межах 10–12 тисяч євро. Фотографії й технічні описання наявні на офіційних сайтах Bosch та партнерів.



Рисунок 3.3 – Стенд Bosch FSA 740

На ринку також представлені високотехнологічні дизельні стенди типу Bosch EPS 205. Вони призначені виключно для діагностики дизельних форсунок систем common rail і працюють із тиском до сотень бар. Для бензинових двигунів XU такі стенди не підходять через надмірні можливості та високу вартість. Їх згадують лише як приклад високорівневої професійної апаратури.



Рисунок 3.4 – Стенд Bosch EPS 205

3.3 Порівняння стендів для діагностики бензинових форсунок

Таблиця 3.1 – Порівняння за ключовими критеріями

Критерій	LAUNCH CNC-602A/CNC-603A	Bosch FSA 740	Diesel EPS 205	Ручні тестери
Призначення	Тестування та очищення бензинових форсунок	Діагностика ЕБУ та систем ДВЗ	Діагностика дизельних CR	Лише базове тестування
Тип двигунів	Бензинові	Усі	Дизель	Бензин
Робота з 4-6 форсунками	✓	✗	✗	✗

УЗ-ванна	✓	✗	✗	✗
Імітація режимів	✓	Частково	✓	✗
Тиск роботи	3–5 бар	не застосовується	1600–1800 бар	нестабільний
Ціна	низька–середня	дуже висока	дуже висока	низька
Найкраще підходить для Peugeot XU	✓✓✓	✓		

3.4 Конструкція та робота розробленого моторного стенда

Розроблений стенд призначений для діагностики та очищення бензинових форсунок двигунів серії XU автомобілів Peugeot 605 та технічно сумісних



двигунів інших моделей. Конструктивно стенд виконано у вигляді мобільної металевої рами шафового типу з розташованими на ній вузлами: паливною системою, вимірювальним модулем, ультразвуковою ванною, електронним блоком керування та системою безпеки.

Поворотний моторний стенд призначений для встановлення, фіксації, обертання та безпечного обслуговування ДВЗ серії XU

Peugeot 605 у процесі їх розбирання, дефектації й складання. Конструкція стенда дозволяє виконувати роботи з будь-яких боків агрегата, забезпечуючи повний доступ до зовнішніх і внутрішніх вузлів двигуна.

3.4.1 Принцип роботи станда та переваги конструкції

Двигун серії XU спочатку знімають з автомобіля і закріплюють на поворотному фланці за допомогою болтів, що встановлюються у штатні різьбові отвори. Після цього регулювальна балка зміщується до того моменту, поки двигун не займе рівноважне положення відносно осі обертання. Коли двигун встановлений правильно, його можна обертати навколо поздовжньої осі. Це дає змогу виконувати демонтаж головки блока, знімати картер, працювати з

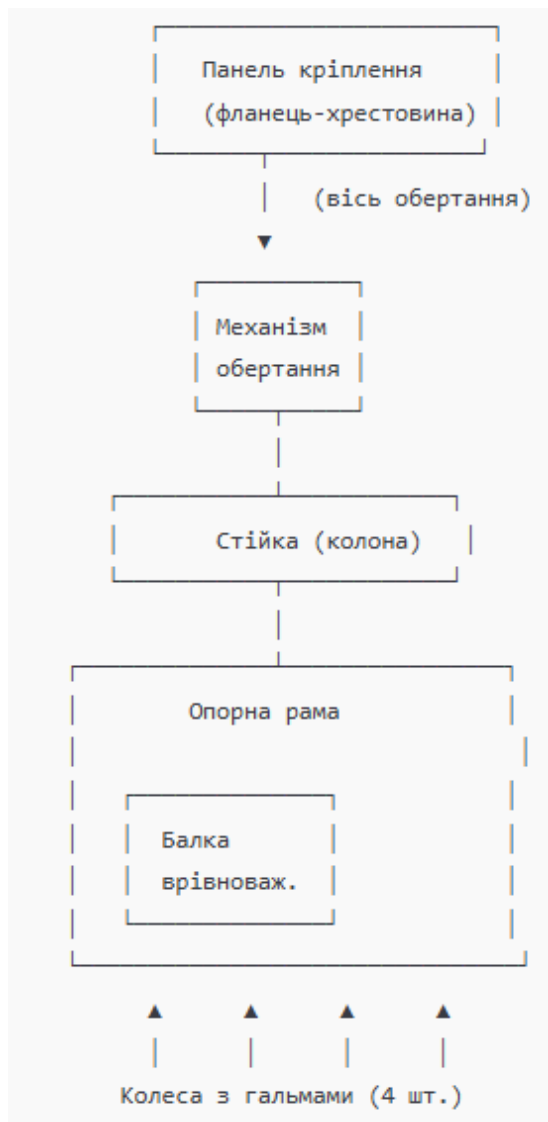


Рисунок 3.6 – Загальна схема поворотного моторного станда

шатунно-поршневою групою та навісним обладнанням без ризику зміщення чи падіння агрегата. Механізм фіксації дозволяє надійно зафіксувати двигун у будь-якому положенні, що забезпечує безпечні умови для проведення ремонтних робіт.

Конструкція станда є стійкою і надійною під час роботи з двигунами масою 150–180 кг. Обертання двигуна відбувається плавно, а фіксація зручна та надійна. Стійка база з колесами робить стенд мобільним і дозволяє легко переміщувати його по дільниці. Конструкція компактна і не займає багато місця. Виготовлення станда має невисоку собівартість. За потреби конструкцію можна адаптувати для роботи з двигунами інших марок, таких як Opel, BMW чи Volkswagen.

3.4.2 Розрахунок основних елементів моторного станда

Навантаження від маси двигуна.

Середня маса ДВЗ Peugeot XU10J2 / XU10J4:

$$m_{\text{двз}} = 160 \text{ кг}$$

Стандартні допуски:

- із навісним обладнанням: до 180 кг;
- із роздатковими елементами: до 200 кг (у запасі).

Сила ваги:

$$P = m \cdot g = 180 \cdot 9,81 = 1765,8 \text{ Н.} \quad (3.1)$$

Це навантаження передається на вісь обертання та опорну раму.

Стійка (колона).

Згинальний момент від маси двигуна:

$$M = P \cdot a. \quad (3.2)$$

Відстань від центра ваги до опори: $a = 0,255 \text{ м.}$

$$M = 1766 \cdot 0,25 = 441,5 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Модуль опору профільної труби:

$$W = \frac{(b^4 - (b - 2t)^4)}{6b} \quad (3.3)$$

Приймаємо: $b = 40 \text{ мм}, t = 2 \text{ мм}, W \approx 4,65 \text{ см}^3 = 4,65 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$

Напруження:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{441,5}{4,65 \cdot 10^{-6}} \approx 94,9 \text{ МПа.}$$

Поворотний фланець.

Макс. момент:

$$M_{\text{фл}} = P \cdot r. \quad (3.4)$$

$$M_{\text{фл}} = 1766 \cdot 0,12 = 211,9 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Модуль опору пластини:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \approx \frac{0,2 \cdot 0,008^2}{6} = 2,13 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напруження:

$$\sigma = \frac{M}{W} \approx \frac{212}{2,13 \cdot 10^{-6}} = 99,5 \text{ МПа.}$$

Приймаємо 4 колеса вантажопідйомністю по 100 кг:

$$Q_{\text{заг}} = 400 \text{ кг.}$$

Фактична максимальна маса стенда з дДВЗ:

$$m_{\text{факт}} \approx 180 + 40 = 220 \text{ кг.}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Вплив факторів на надійність від періоду експлуатації ТЗ

Моніторинг якості автомобільної техніки протягом усього її життєвого циклу забезпечення надійності та конкурентоспроможності продукції. У провідних зарубіжних автомобільних компаніях ця система давно стала невід’ємною частиною виробничого процесу та післяпродажного обслуговування. Завдяки постійному збору й аналізу даних про експлуатаційні відмови, несправності та дефекти виробники мають можливість не лише оперативно усувати недоліки, а й прогнозувати їх появу ще на етапі конструювання чи виробництва. Це дозволяє істотно скорочувати витрати на гарантійні ремонти, удосконалювати технології виготовлення й підвищувати загальний рівень безвідмовності автомобілів у післягарантійний період. У результаті формується позитивна репутація бренду, зростає довіра споживачів і підвищується конкурентоспроможність на ринку.

На відміну від цього, у більшості вітчизняних автовиробників подібний комплексний моніторинг поки що залишається недостатньо розвиненим. Аналіз техн. стану ТЗ, як правило, проводиться лише під час гарантійного обслуговування, без урахування зовнішніх чинників, що суттєво впливають на експлуатаційну надійність – таких, як кліматичні умови, географічна специфіка регіонів чи сезонні навантаження на транспорт. Через це результати моніторингу часто виявляються неточними, а планування витрат на гарантійне забезпечення – неефективним.

Для підвищення рівня надійності й довговічності автомобільної техніки доцільно впроваджувати інтегровані системи моніторингу, що базуються на цифрових технологіях, телеметрії та штучному інтелекті. Такі системи здатні здійснювати безперервний контроль у реальному часі, формувати бази даних для статистичного аналізу та надавати рекомендації щодо профілактичного обслуговування. У перспективі це дозволить не лише зменшити кількість відмов, а й перейти до концепції предиктивного технічного обслуговування, коли несправність можна попередити ще до її фактичного виникнення.

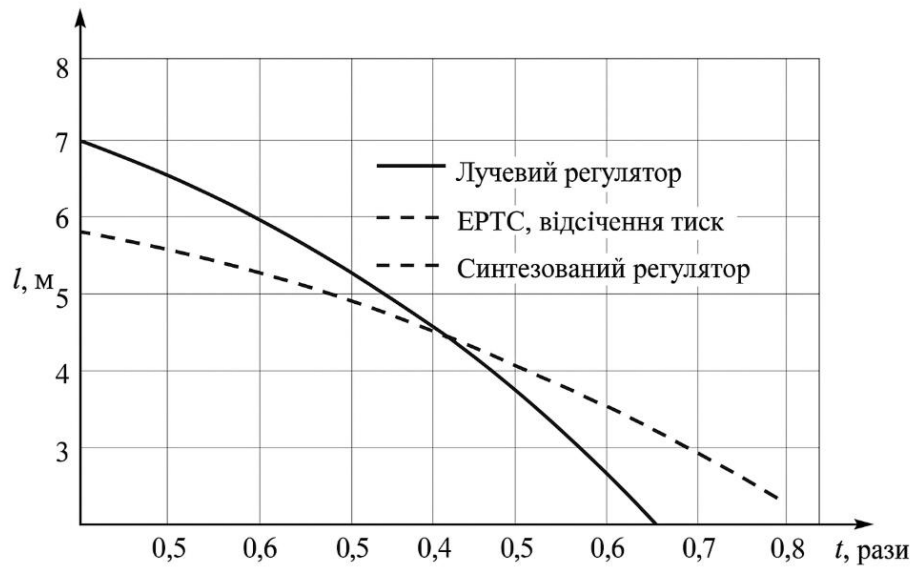


Рисунок 4.1 – Відмови в залежності від часу експлуатації ТЗ

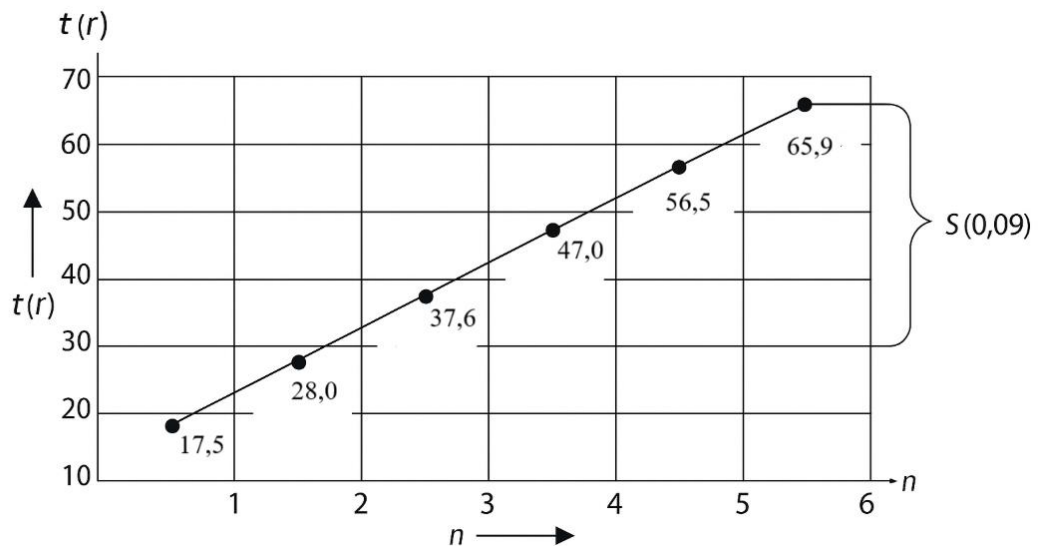


Рисунок 4.2 – Тренд відмов від часу експлуатації

Моніторинг не становить суттєвої проблеми. У світі вже існує розвинений досвід у цій сфері, і його можна адаптувати. До того ж сучасний автомобіль є складною технічною системою, і якісне обслуговування здатні забезпечити лише сертифіковані сервісні центри, тоді як у минулому часто вистачало «гаражного» ремонту.

Складнішою є проблема сезонних коливань попиту і пропозиції. У більшості автозаводів досі немає налагодженої технології їх точного

прогнозування, хоча спроби робилися. Уже створено математичні моделі, що дозволяють оцінити вплив сезонності на економічні показники діяльності автомобільних корпорацій. Відомі також підходи, які враховують вплив сезонних факторів на фінансові результати підприємств. Вони ґрунтуються на довгострокових базах даних, накопичених автозаводами за десятиліття, що відображають попередній досвід роботи в умовах різних економічних циклів, політичних змін, конкурентного середовища та сезонних впливів.

Таким чином, для покращення ситуації доцільно:

- поєднати міжнародний досвід моніторингу автомобілів із власними базами даних;
- удосконалити моделі прогнозування сезонності;
- впровадити цифрові технології аналізу великих масивів даних, що дозволить підвищити точність прогнозів і ефективність управлінських рішень у машинобудівній галузі.

Нині неможливо стверджувати, що проблема використання математичних моделей, які враховують сезонні фактори при моніторингу якості автомобілів, вирішена повністю. Навіть провідні компанії, які випускають нові моделі на ринок, часто зіштовхуються з проблемами у плануванні бюджету гарантійного обслуговування. Основна причина – недостатня увага до кліматичних та сезонних факторів, що визначають попит, пропозицію та інтенсивність відмов техніки. Інакше кажучи, між частотою поломок окремих вузлів автомобіля та умовами експлуатації у різні пори року існує явна взаємозалежність, яку слід враховувати при моделюванні і прогнозуванні.

Для створення комплексного експертно-аналітичного інструменту, що дозволяє визначати залежність між сезонними факторами та надійністю автомобілів, автори застосували методи математичного та імітаційного моделювання. При цьому сезонність розглядалася стосовно відмов, що виникають регулярно кожного місяця протягом гарантійного періоду автомобіля. Для моделювання автори взяли гарантійний період рівним трьом

рокам, хоча на практиці у різних виробників він коливається від одного до понад трьох років.

На рис. 4.1 показано часовий ряд частоти відмов $t(r)$ авто, випущених протягом шести місяців. Кожна точка відповідає місячному спостереженню, а пряма – апроксимація цих даних. Ця пряма описується залежністю:

$$y_n = b + k_n \quad (4.1)$$

Коефіцієнти обчислюються:

$$b = \frac{\left(\sum_{n=1}^N n^2 \right) \left(\sum_{n=1}^N \bar{d}_n \right) - \left(\sum_{n=1}^N n \right) \left(\sum_{n=1}^N n \bar{d}_n \right)}{N \left(\sum_{n=1}^N n^2 \right) - \left(\sum_{n=1}^N n \right)^2} \quad (4.2)$$

$$k = \frac{N \left(\sum_{n=1}^N n \bar{d}_n \right) - \left(\sum_{n=1}^N n \right) \left(\sum_{n=1}^N \bar{d}_n \right)}{N \left(\sum_{n=1}^N n^2 \right) - \left(\sum_{n=1}^N n \right)^2} \quad (4.3)$$

Таким чином, отриманий інструмент дозволяє прогнозувати частоту відмов у гарантійний період та враховувати вплив сезонних факторів на надійність автомобілів.

Числові значення коефіцієнтів b і k точок $t(r)$ при коефіцієнті кореляції $R^2 = 0,5$ становлять $b=5,0$ та $k = 10,0$.

Отримаємо:

$$y = 5,0 + 10,0x \quad (4.4)$$

$R^2 = 0,91$, коефіцієнти змінюються: $b = 4,4$ і $k = 10,0$.

Тоді отримаємо:

$$y = 4,4 + 10,0x \quad (4.5)$$

Залежність відображена на рис. 4.2.

Таким чином, можна оцінювати, наскільки частота виникнення відмов автомобілів залежить від часу (місяця випуску), за допомогою коефіцієнта кореляції R^2 , який обчислюється:

$$R^2 = \frac{N \left(\sum_{n=1}^N n \bar{d}_n \right) - \left(\sum_{n=1}^N n \right) \left(\sum_{n=1}^N \bar{d}_n \right)}{\left(N \left(\sum_{n=1}^N (\bar{d}_n)^2 \right) - \left(\sum_{n=1}^N \bar{d}_n \right)^2 \right) \left(N \left(\sum_{n=1}^N n^2 \right) - \left(\sum_{n=1}^N n \right)^2 \right)} \quad (4.6)$$

Тренд $t(r)$ * частоти відмов за місяць, з урахуванням цієї залежності, визначається:

$$t^*(r) = t(r) R^2 \quad (4.7).$$

Цей підхід дозволяє не лише кількісно оцінити сезонну залежність відмов, а й прогнозувати ймовірність їх виникнення в наступні місяці гарантійного періоду.

Щоб отримати місячне значення тренду, цю різницю слід поділити на тривалість періоду аналізу мінус один. Таким чином формується залежність:

$$tr = \frac{(y_N - y_1)}{y_1(N-1)} \cdot 100 = \frac{(b + Nk) - (b + k)}{(N-1)(b+k)} \cdot 100 = \frac{k}{b+k} \cdot 100 \quad (4.8)$$

Для аналізу сезонного впливу за рік потрібно враховувати щонайменше два пік-фактори. Обирається період (36 місяців), що дозволяє збільшити обсяг даних і виключити з аналізу місяці, коли на часовий ряд впливали специфічні фактори, наприклад, випадкові відмови. Це підвищує точність аналізу. Якщо такі фактори та їхній вплив визначені, їх результати необхідно виключити з ряду, щоб отримати більш достовірний прогноз.

Для кожного типу відмови визначається кількість її проявів на авто, після чого за залежністю обчислюється частота виникнення відмов у кожному місяці аналізу:

$$\bar{d}_n^i = \frac{D_n^i}{V_n} \cdot 10^6 \quad (4.9)$$

З отриманого ряду дефектності виділяється лінійна, тобто довгострокова складова:

$$x_n = y_n - (b + k_n) = y_n - b - k_n \quad (4.10)$$



Рисунок 4.3 – Алгоритм для розрахунку тренду частоти відмов $t(r)$ із врахуванням гарантійного періоду та сезонності

Для опису сезонних змін у частоті відмов, використовуємо:

$$g_n = a \sin\left(\frac{2\pi}{T}n + \varphi_0\right) \quad (4.11)$$

Початкова фаза коливань φ_0 визначається з точністю до одного місяця, тобто розглядаються лише початкові фази, кратні $1/12$ періоду:

$$\varphi_0 = \frac{2\pi}{T} \tau_0 = \frac{\pi}{6} \tau_0 \quad (4.12)$$

Відомо, що вплив сезонності на частоту відмов залежить від початкової фази коливань (місяця випуску), як показано на рис. 4.4 –4.5. Функція $\sin(\varphi)$, змінюється за законом:

$$\sin(\varphi) = -\sin(\pi + \varphi) \quad (4.13)$$

Можемо з урахуванням симетрії функції, зменшити кількість розглядуваних початкових фаз ($\varphi_0 = 0,5$). У цьому випадку рівняння, що описує сезонні коливання відмов:

$$g_n = a \sin\left(\frac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right) \quad (4.14).$$

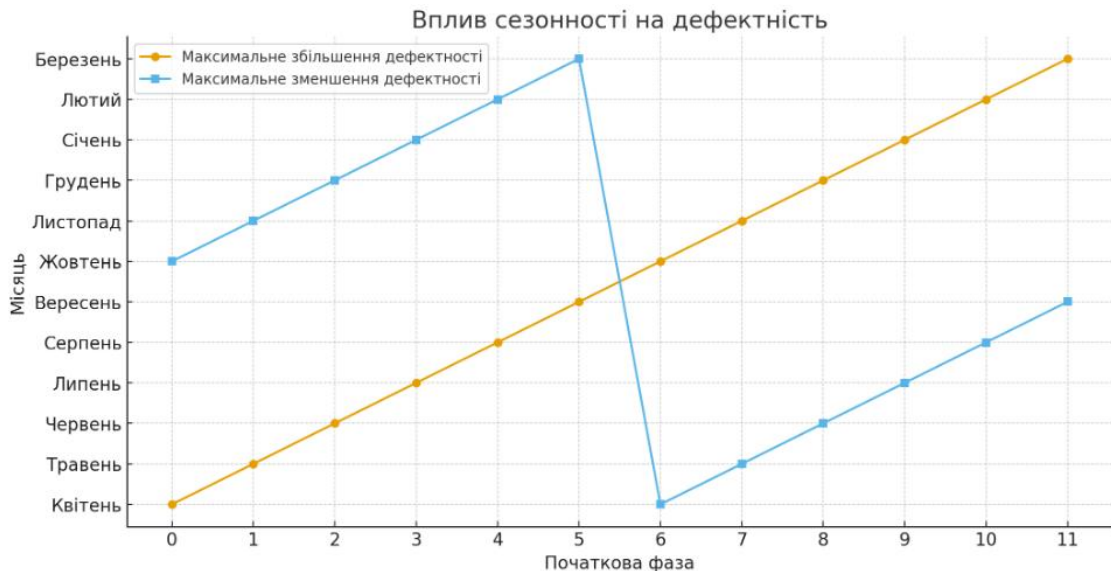


Рисунок 4.4 – Вплив сезонності на дефектність

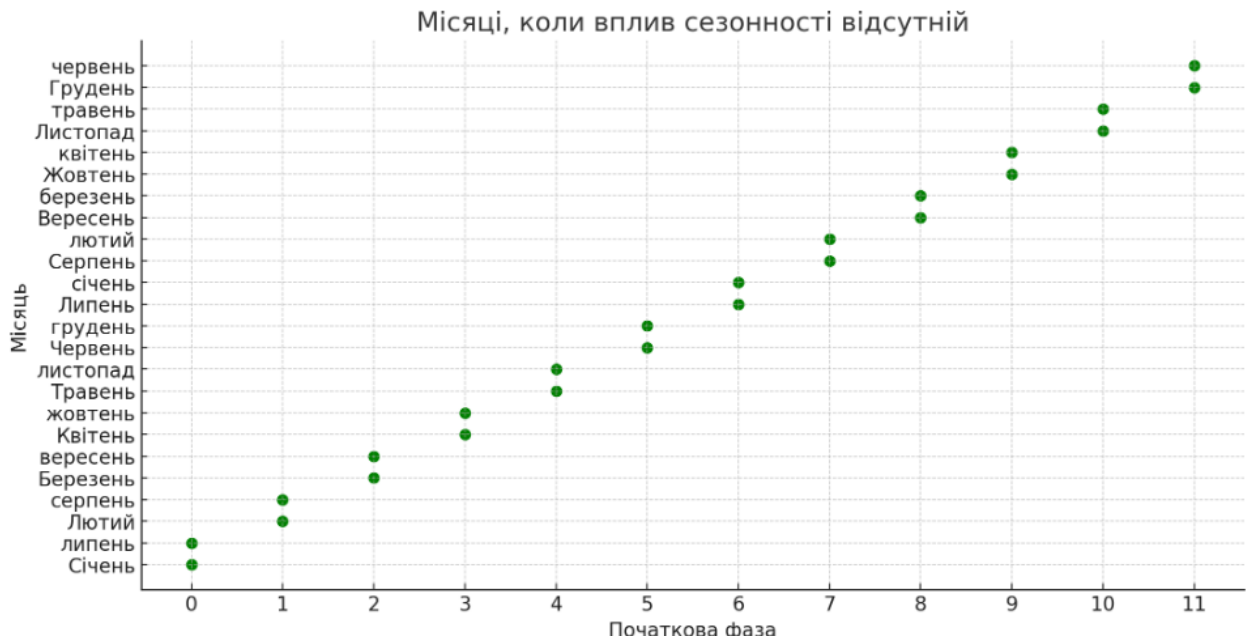


Рисунок 4.5 – Відсутність впливу сезонності

Для визначення амплітуди сезонних коливань частоти відмов було застосовано метод найменших квадратів, що дозволяє мінімізувати похибку між розрахунковими та фактичними даними. Оптимальні значення амплітуд залежно від початкової фази τ_0 :

$$a_{\tau_0} = \frac{\sum_{n=1}^N x_n \sin\left(\frac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)}{\sum_{n=1}^N \left[\sin\left(\frac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)\right]^2} \quad (4.16)$$

Найменше значення функції досягається тоді, коли амплітуда має найбільшу абсолютну величину. Таким чином, для побудови гармонійної функції, яка найточніше описує коливання показника, достатньо визначити максимальну за модулем амплітуду серед ряду і встановити відповідну початкову фазу $\tau_0 = 0,5$, при якій досягається цей максимум.

Для перевірки значущості сезонних коливань частоти відмов виконується порівняння двох варіантів апроксимації:

- за лінійним трендом:

$$F_{\min} = \sum_{n=1}^N [y_n - b - kn]^2 \quad (4.17)$$

- та за комбінованим лінійно-гармонійним трендом:

$$F_{\min + \text{gar}} = \sum_{n=1}^N \left[y_n - b - kn - a \sin\left(\frac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right) \right]^2 \quad (4.18)$$

Можна оцінити, наскільки додавання гармонійної складової покращує опис процесу. Для підтвердження результатів було проведено низку експериментів, у ході яких сформульовано емпіричне правило визначення значущості гармонійної складової. Таким чином, якщо виконується умова:

$$\frac{F_{\min}}{F_{\min + \text{gar}}} \geq 1,5 \quad (4.19)$$

Сезонний вплив вважається істотним і має враховуватися при аналізі надійності автомобілів. Якщо ж умова не виконується, коливання визнаються статистично незначними.

На основі проведених розрахунків було виділено дві категорії відмов:

1. Сезонно залежні, частота появи яких змінюється залежно від періоду виготовлення або початку експлуатації автомобіля (наприклад, зимовий чи літній сезон);
2. Сезонно незалежні, що проявляються рівномірно протягом року.



Рисунок 4.6 – Вплив сезонності на відмови ущільнювача вала

Після цього початковий часовий ряд було скориговано шляхом вилучення сезонної (гармонійної) складової, визначеної на попередньому етапі. Подальші обчислення проводилися вже на основі очищених даних, що забезпечило вищу точність оцінки довгострокових тенденцій безвідмовності автомобільної техніки.

Додатково варто зазначити, що врахування сезонного фактора дає змогу зменшити похибку прогнозування, краще планувати витрати на обслуговування та гарантійний ремонт, а також підвищити достовірність оцінки технічної надійності транспортних засобів у різних кліматичних і експлуатаційних умовах.

Таблиця 4.1 – Залежність частоти відмов

Місяць	Частота відмов (RPM)	Місяць	Частота відмов (RPM)
Серп	1800	Лют	1900
Жовт	1500	Квіт	2500
Груд	1300	Черв	2700
Лют	1100	Серп	3200
Квіт	1600	Жовт	3600
Черв	2200	Груд	4000
Серп	2600	Лют	3000
Жовт	2800	Квіт	2400
Груд	3000	Черв	2800

Таблиця 4.2 – Середній річний цикл відмов

Місяць	Середня частота відмов (RPM)
Серп	$(1800+2600+3200)/3 = 2533$
Жовт	$(1500+2800+3600)/3 = 2633$
Груд	$(1300+3000+4000)/3 = 2767$
Лют	$(1100+1900+3000)/3 = 2000$
Квіт	$(1600+2500+2400)/3 = 2167$
Черв	$(2200+2700+2800)/3 = 2567$

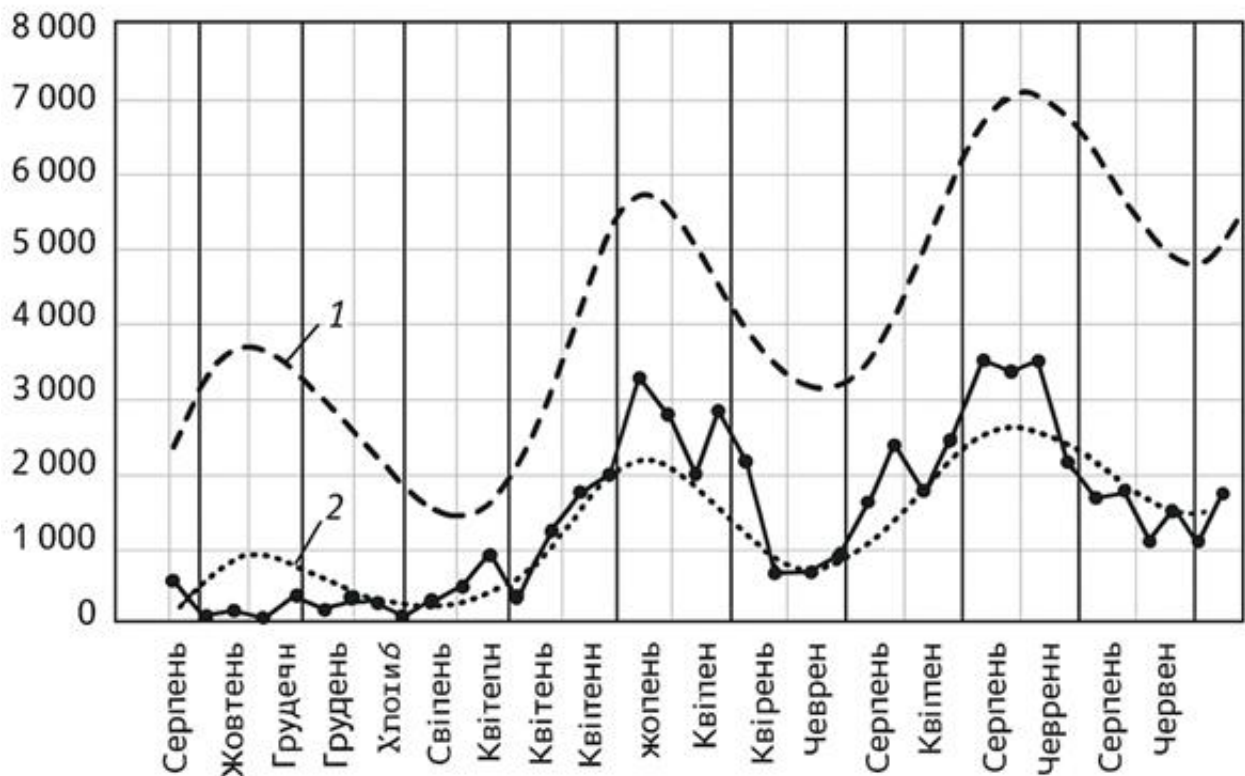


Рисунок 4.7 – Залежність частоти виникнення відмов стійки переднього колеса авто:

1 – початковий ряд частоти відмов; 2 – комбінація лінійного та гармонічного тренду для частоти відмов; 3 – комбінація лінійного та гармонічного тренду для фінансових витрат.

На рисунках подано часові ряди частоти появи відмов і тренди, що враховують гармонійну складову відмов та витрати на їх усунення. Найбільший вплив на ці показники мають саме сезонні чинники.

Зображено криві, які відображають залежність частоти відмови (витоку) сальника колінчастого вала двигуна від сезонних умов експлуатації. На іншому рисунку показано вплив сезонності на відмову (стукіт) стійки переднього колеса авто. Отримані результати переконливо демонструють, що запропонований експертно-аналітичний метод оцінювання та прогнозування впливу сезонних факторів на надійність автомобілів у гарантійний період є дієвим і достовірним.

Застосування такого підходу дозволяє завчасно прогнозувати витрати, що у свою чергу, сприяє підвищенню ефективності системи гарантійного обслуговування. Крім того, після адаптації метод може бути успішно використаний для аналізу та прогнозування технічного стану авто протягом усього їх життєвого циклу, що підвищує загальний рівень якості та конкурентоспроможності автотранспортної техніки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Прогнозування можливої обстановки як основний захід запобігання надзвичайним ситуаціям при обслуговуванні двигунів серії Xu Peugeot 605

1. Аналіз потенційно небезпечних факторів під час робіт із двигунами серії XU.

1.1. Пожежонебезпечні фактори.

Двигуни XU працюють з:

- бензином;
- маслом SAE 10W-40;
- парами ЛЗР під час ремонту паливної рамп;
- герметиками, аерозолями.

Можливі джерела загоряння:

- іскріння при знятті стартеру;
- перегрів генератора;
- розгерметизація паливної магістралі.

1.2. Теплові та механічні ризики.

Під час роботи двигуна або його розбирання можливі:

- опіки від колектора;
- руйнування кріплення ГРМ;
- заклинювання колінчастого вала;
- обрив ременя ГРМ.

1.3. Ризики, пов'язані з токсичними викидами.

Двигуни XU мають потужний вихлоп, тому у закритих приміщеннях можливе:

- накопичення СО;
- перевищення ГДК продуктів згоряння;
- отруєння персоналу без вентиляції.

1.4. Електротехнічні ризики.

Під час діагностики:

- осцилографи працюють у зоні високих температур;
- можливе коротке замикання датчиків РХХ, ДПДЗ;
- перенапруга при запуску може ушкодити електроніку.

2. Сутність попереднього прогнозування можливої обстановки

2.1. Мета прогнозування.

- визначити найвірогідніші сценарії розвитку НС;
- оцінити вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на роботу АТП;
- знизити ризики аварій та відмов;
- забезпечити збереження життя та здоров'я працівників.

2.2. Вихідні дані для прогнозування.

Під час обслуговування двигунів ХУ враховуються:

- технічний стан систем живлення;
- умови зберігання автомобілів;
- стан виробничих комунікацій;
- статистика несправностей за минулі періоди;
- надійність елементів ГРМ та системи запалення.

2.3. Прогнозовані параметри.

- ймовірність пожежі;
- ризик витоку палива;
- можливість загазованості приміщення;
- ризик руйнування окремих агрегатів (поршнева група, ГРМ).

3. Методики прогнозування, застосовані на АТП.

3.1. Імовірнісний аналіз відмов.

На основі статистики ремонтів Peugeot 605 визначаються:

- найбільш аварійні вузли;
- середній ресурс окремих елементів;
- ймовірність їх відмов.

Наприклад:

- ремінь ГРМ – до 1,5% аварій від загальної кількості;

- паливні трубки – до 0,7%; датчик детонації – до 0,5%.

3.2. Оцінка теплового навантаження.

Прогнозується:

- перегрів двигуна при неправильній роботі вентилятора;
- нерівномірний тепловий розподіл у ГБЦ;
- ризик деформації.

3.3. Сценарний аналіз.

Розглядаються сценарії:

- аварія при запуску двигуна;
- займання під час регулювання ГРМ;
- руйнування поршня при неправильному вимірюванні компресії;
- витік палива при демонтажі форсунок.

3.4. Моделювання розвитку аварії.

На АТП використовуються дані:

- температури; концентрації газів;
- часу реагування персоналу;
- ефективності вентиляції.

4. Заходи попередження НС на основі прогнозування.

4.1. Інженерно-технічні заходи.

1. Автоматизовані системи вентиляції.
2. Вогнегасники та датчики полум'я.
3. Резервні джерела живлення для діагностичних приладів.
4. Герметичні металеві ємності для ЛЗР.

4.2. Організаційні заходи.

- розроблення паспортів безпеки для кожного виду робіт;
- планові інструктажі;
- опрацювання дій персоналу при кожному сценарії НС.

4.3. Технологічні заходи.

- контроль герметичності паливної магістралі перед ремонтом;
- обов'язкове охолодження двигуна перед демонтажем;

- тестування системи вентиляції картера.

4.4. Профілактика відмов із використанням діагностичних методів.

- аналіз параметрів згоряння;
- вимір компресії;
- тест високовольтної частини системи запалення;
- ДРТ-тест (динамічний тест розподілу тиску).

5. Реагування на можливі надзвичайні ситуації.

5.1. При загорянні двигуна.

1. Знеструмити систему.
2. Використати порошковий вогнегасник.
3. Не відкривати капот повністю (ризик спалаху).
4. Провітрити приміщення.

5.2. У разі витоку палива.

1. Закрити паливну магістраль.
2. Установити сорбент.
3. Уникати іскор.
4. Провести дегазацію.

5.3. У разі загазованості.

1. Негайно вимкнути двигун.
2. Увімкнути вентиляцію.
3. Евакуювати персонал.
4. Провести вимір СО.

6. Відновлення роботи після НС.

6.1. Технічний контроль.

Перевіряють:

- ГРМ; паливну систему; електропроводку; вентиляцію.

6.2. Аналіз причин.

- пошук технічних та організаційних недоліків;
- оцінка часу реагування;
- модернізація заходів безпеки.

6.3. Введення в експлуатацію.

- оформлення акту; фінальна перевірка; запуск робіт.

5.2 Розрахунок аварійного освітлення проектного цеху, дільниці

Аварійне освітлення включають при виході з ладу робочого освітлення.

Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела й повинні забезпечувати освітленість не менше 5 % величини робочого освітлення, але не менше 2 лк на робочих поверхнях і не менше 1 лк на території підприємства. Аварійне освітлення передбачається на підприємствах, де зупинка технологічних процесів може призвести до людських жертв або значних економічних втрат.

Дані для проектування аварійного освітлення проектного цеху:

- система освітлення – загальна рівномірна;
- вид освітлення – аварійне;
- тип джерела світла – лампа розжарювання;
- тип світильника – НСП 03 (60 Вт);
- лампа типу – Б 215-225-60, $P_{\text{л}}=60\text{Вт}$, $\Phi_{\text{л}}=715\text{ Лм}$.

Розраховуємо нормовану освітленість:

$$E_{\text{ав}} = 5\% E_{\text{р.о.л.н.}} \quad (5.1)$$

де $E_{\text{р.о.л.н.}}$ - робоче освітлення

$$E_{\text{ав}} = 0,05 \cdot 30 = 1,5 \text{ Лк}$$

$E_{\text{ав}}$ повинно бути не менше 2 Лк, приймаємо $E_{\text{ав}} = 2 \text{ Лк}$.

Розраховуємо кількість світильників для аварійного освітлення:

$$N_{\text{ав}} = \frac{E_{\text{ав}} \cdot K_3 \cdot z \cdot S}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta}, \quad (5.2)$$

де $E_{\text{н}}$ – нормована освітленість, лк;

K_3 – коефіцієнт запасу, який враховує старіння джерел світла, для лампа розжарювання $K_3 = 1,15$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z = 1,15$;

S – площа приміщення, $S = 4521 \text{ м}^2$;

η – коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки у відносних одиницях.

Коефіцієнт використання світлового потоку визначається в залежності від типу світильника, коефіцієнта відбиття стелі – $\rho_c = 50 \%$, стін – $\rho_{cm} = 30 \%$ та індексу приміщення i .

Індексу приміщення i визначають за формулою

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (5.3)$$

де A – довжина приміщення;

B – його ширина;

h_p – розрахункова висота підвісу світильників.

Для визначення геометричних параметрів розташування світильників необхідно враховувати наступне:

- відстань від стелі до краю світильника, рекомендується приймати для світильників з лампами розжарювання - $h_3 = 0,5 \pm 1,0$ м. Приймаємо $h_3 = 0,5$ м.

- висоту, на якій знаходиться розрахункова поверхня над підлогою, рекомендується приймати $h_p = 0,8 \div 1,0$ м. Приймаємо $h_p = 1,0$ м.

Висота світильників над робочою поверхнею визначається за формулою:

$$h_p = H - h_3 - h_p \text{ м}, \quad (5.4)$$

де H – висота приміщення, яка для нашого випадку становить 7,8 м.

$$H_p = 7,8 - 0,5 - 1,0 = 6,3 \text{ м.}; i = \frac{4521}{6,3 \cdot (30 + 150,7)} = 3,97$$

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,42$.

$$N_{av} = \frac{2 \cdot 1,15 \cdot 1,15 \cdot 4521}{715 \cdot 0,42} = 40 \text{ св.}$$

Встановлена потужність ламп в приміщенні:

$$P_{вст} = P_{л} \cdot N_{av} \quad (5.5)$$

$$P_{вст} = 60 \cdot 40 = 2400 \text{ Вт.}$$

Встановлена потужність ламп в приміщенні $P_{вст} = 2400 \text{ Вт.}$

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне дослідження організації ТО та ремонту ДВЗ серії XU автомобілів Peugeot 605, а також розроблено проєкт підприємства, що забезпечує виконання цих робіт відповідно до сучасних технічних, технологічних та експлуатаційних вимог.

На основі аналізу конструктивних особливостей автомобіля Peugeot 605 та ДВЗ серії XU визначено їх ключові експлуатаційні характеристики, типові механічні та теплотехнічні особливості, що впливають на надійність та довговічність. Розглянуто принцип роботи, умовні слабкі місця та характерні несправності, притаманні цим двигунам у реальних умовах експлуатації. Проведений аналіз показав, що на надійність двигунів XU найбільше впливають температура робочого середовища, якість моторної оливи, режим навантаження, якість пального та своєчасність виконання регламентного обслуговування.

У технологічному розділі виконано розрахунок річної програми ТО, визначено періодичність виконання ТО, розраховано трудомісткість робіт, технічну готовність автопарку, річну трудомісткість по напрямках, а також необхідну чисельність виробничого персоналу. Проведено підбір сучасного технологічного обладнання та визначено виробничі площі для забезпечення нормативних умов виконання робіт. Побудовано план ділянки, організовано робочі місця з урахуванням вимог.

У конструкторському розділі здійснено огляд існуючих конструкцій стендів для розбирання ДВЗ та стендів для діагностики бензинових форсунок, виконано їх порівняння та відбір оптимального технічного рішення. Розроблено конструкцію універсального моторного стенда, адаптованого для двигунів серії XU, наведено принцип роботи стенда, його основні переваги та виконано інженерні розрахунки елементів конструкції з урахуванням навантажень і вимог безпеки.

У науково-дослідному розділі досліджено вплив експлуатаційних факторів на надійність двигунів XU. Встановлено, що збільшення періоду експлуатації без регламентного обслуговування призводить до прискореного зносу основних

вузлів двигуна, погіршення паливної економічності та зростання ймовірності відмов. Доведено, що дотримання рекомендованої періодичності ТО, використання якісних матеріалів і своєчасна діагностика значно підвищують ресурс та експлуатаційну надійність двигуна.

Результати виконаної роботи свідчать про те, що впровадження проєктних рішень дозволяє підвищити ефективність роботи автотранспортного підприємства, оптимізувати виробничі процеси, зменшити трудомісткість ремонтних операцій, підвищити рівень технічної готовності автомобілів та забезпечити економічну доцільність експлуатації рухомого складу, обладнаного двигунами серії XU.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Peugeot 605. Technical Specifications and Service Manual. – Peugeot Automobiles S.A., 1995. – 412 p.
2. Peugeot XU Engine Series: Repair, Overhaul and Diagnostics Guide. – PSA Groupe, 1994. – 368 p.
3. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
4. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
5. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
6. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах - К.: Логос, 1996. - 348 с.
7. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
8. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
9. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
10. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .
11. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
12. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014

13. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
14. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
15. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108
16. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
17. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
18. Стручок В.С. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.
19. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
20. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
21. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.1 Розрахунок річної програми ТО і ПР

$\sum Li$ – сумарний пробіг автомобілів даної моделі (або всього парку), тис. км;
 n – кількість автомобілів відповідної моделі (або загальна кількість автомобілів).

2.2.1 Періодичність технічного обслуговування

K_1 – коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації;
 K_2 – коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу;
 K – коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови;
 L_{1H}, L_{2H} – нормативні пробіги до ТО-1 та ТО-2 відповідно.

2.2.2 Трудовісткість ТО і ПР

t_{TO} – скоригована трудовісткість операцій ТО (чол·год);
 t_{TOH} – нормативна трудовісткість ТО (чол·год);
 K_M – коефіцієнт, що враховує модифікацію автомобіля;
 K_C – коефіцієнт, що враховує кількість технологічно сумісного рухомого складу.
для ТО – узагальнений коефіцієнт K_{TO} ;
для ПР – узагальнений коефіцієнт K_{TP} , що враховує добуток коефіцієнтів з формули (2.4).

2.2.3 Технічна готовність

L_c – середньодобовий пробіг автомобіля, км/добу (прийнято 110 км/добу);
 D_{op} – середня тривалість простою автомобіля у ТО-2 і ПР, діб (приймаємо $D_{op}=0,35$ доби);
 K_4' – коефіцієнт коригування тривалості простою залежно від пробігу з початку експлуатації (приймаємо $K_4'=0,8$).

2.2.4 Розрахунок трудовісткості з ПР

L – сумарний річний пробіг автомобілів у групі, км;
 $t_{TP,сep}$ – середня скоригована питома трудовісткість ПР, чол·год/1000 км ($t_{TP,сep}=4,9$ чол·год/1000 км).

2.2.6 Чисельність робітників

$T_{см}=8$ год – тривалість робочої зміни;

$D_{кг}=365$ – кількість календарних днів у році;

$D_{в}=104$ – кількість вихідних днів у році;

$D_{п}=11$ – кількість святкових днів;

$D_{пп}=1$ – кількість передсвяткових днів зі скороченою тривалістю;

$t_{відп}=32 \cdot 8=256$ год – тривалість щорічної відпустки;

$K_{ув}=0,96$ – коефіцієнт неявок на роботу з поважних причин.

2.4 Розрахунок виробничої площі

F_d – необхідна площа ділянки;

$K_{пл}=4$ – коефіцієнт щільності (рекомендація для ремонтних зон);

$\sum F_{об}=4,73 \text{ м}^2$ – сумарна площа обладнання.

4.1. Вплив факторів на надійність від періоду експлуатації ТЗ

n – порядковий номер місяця;

N – загальна кількість місяців, що розглядаються у дослідженні;

V_n – кількість автомобілів, випущених у n -му місяці;

a, T, τ_0 – відповідно амплітуда, період та початкова фаза сезонних коливань відмов;

$\tau_0 = 0$ – прийняте початкове значення фази коливань;

$n = 1 \dots N, \tau_0 = 0,5$ – умови, за яких визначається періодичність і характер сезонних змін у частоті відмов.

загальна кількість місяців, що розглядаються у дослідженні;

V_n – кількість автомобілів, випущених у n -му місяці;

a, T, τ_0 – відповідно амплітуда, період та початкова фаза сезонних коливань відмов;

$\tau_0 = 0$ – прийняте початкове значення фази коливань;

$n = 1 \dots N, \tau_0 = 0,5$ – умови, за яких визначається періодичність і характер сезонних змін у частоті відмов.

загальна кількість місяців, що розглядаються у дослідженні;

V_n – кількість автомобілів, випущених у n -му місяці;

a, T, τ_0 – відповідно амплітуда, період та початкова фаза сезонних коливань відмов;

$\tau_0 = 0$ – прийняте початкове значення фази коливань;

$n = 1 \dots N, \tau_0 = 0,5$ – умови, за яких визначається періодичність і характер сезонних змін у частоті відмов.