

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ “Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя”
(повне найменування вищого навчального закладу)

Телекомунікацій та електронних систем

(назва відділення)

Електричних та електронних систем автомобілів

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до кваліфікаційної роботи

Фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування
і ремонту газобалонного обладнання двигуна автомобіля
Volkswagen Bora II в умовах ФОП Савчак Марко Олегович

Виконав: студент IV курсу, групи ЕА-425ск

напряму підготовки (спеціальності)

141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

«Обслуговування і ремонт електричних та
електронних систем автомобілів»

(освітньо-професійна програма)

Яремчук Н.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Воробець В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення телекомунікацій та електронних систем

Циклова комісія електричних та електронних систем автомобілів

Кваліфікація і освітньо – професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр з
електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем
автомобілів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
Електричних та електронних
систем автомобілів

_____ Руслан ЗАВЕРУХА
14 квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я № 10

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА
ГРУПА ЕА-424**

_____ Яремчука Назарія Володимировича _____

1. Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту газобалонного обладнання двигуна автомобіля Volkswagen Bora II в умовах ФОП Савчак Марко Олегович

Керівник кваліфікаційної роботи: Воробець В.Ю.

Затверджені наказом ВСП “Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя” від 27.02.2026р. №4/9-131

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 22 червня 2026 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Технічна характеристика газобалонного обладнання двигуна автомобіля Volkswagen Bora II. Типовий ТП ремонту газобалонного обладнання двигуна автомобіля Volkswagen. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Техніко-експлуатаційні показники ремонтної зони. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Економічний розділ. Охорона праці.

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

1. План ділянки ремонту газобалонного обладнання (ф-А1).

2. Схема технологічного процесу ремонту газобалонного обладнання. Схема газового обладнання автомобіля (разом ф-А1).

3. Принципова схема стаціонарної автогазозаправної станції (ф-А1).

4. Установка для заправки ГБО (ВЗ). Таблиця способів відновлення деталей (разом ф-А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ			
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Загальний розділ	22.05.2026	
2	Технологічний розділ	29.05.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Виконання графічної частини	12.06.2026	
5	Економічний розрахунок	19.06.2026	
6	Розробка заходів з охорони праці	22.06.2026	
7	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	23.06.2026	

Студент

(підпис)

Назарій ЯРЕМЧУК

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Володимир ВОРОБЕЦЬ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Характеристика автомобіля Volkswagen Bora II.....	7
1.2 Проблеми експлуатації автомобілів з ГБО.....	9
1.3 Конструкція та покоління газобалонного обладнання автомобіля...9	
1.4 Науковий та практичний підхід щодо налаштування ГБО автомобілів Volkswagen Bora II.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	14
2.1 Принцип роботи ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II.....	14
2.2 Переваги ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II.....	16
2.3 Недоліки ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II.....	17
2.4 Ремонт газової установки ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II.....	18
2.5 Обслуговування та ремонт газобалонного обладнання.....	20
2.6 Основні ознаки несправності ГБО та причини виникнення.....	24
2.7 Технологічний процес налаштування електронного блоку керування ГБО 4 покоління.....	25
2.8 Обладнання для забезпечення технологічного процесу налаштування ГБО четвертого покоління.....	32
2.9 Розрахунок періодичності технічного обслуговування і ремонту системи живлення газобалонного автомобіля.....	39
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	41
3.1 Аналіз існуючих пристроїв для діагностики і ремонт ГБО.....	41

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яремчук Н.В.			Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту газобалонного обладнання двигуна автомобіля Volkswagen Bora II в умовах ФОП Савчак Марко Олегович	Літ.	Арк.	Аркуше
Перевір.		Воробець В.Ю.					4	
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ» ЕА-425</i>		
Н. Контр.								
Затверд.								

3.2	Опис установки для перевірки герметичності системи живлення...	44
3.3	Розрахунок шліцьового з'єднання.....	45
4	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	46
4.1	Приведення програми проектного завдання до одного представника.....	46
4.2	Розрахунок випуску продукції в грошовому виразі.....	46
4.3	Розрахунок вартості промислово-виробничих основних фондів....	47
4.4	Розрахунок чисельності промислово-виробничого персоналу.....	47
4.5	Розрахунок фонду оплати праці.....	49
4.6	Собівартість.....	50
5	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
5.1	Аналіз умов праці робітників виробничої зони, техніка безпеки та охорона праці. Пожежна безпека.....	52
5.2	Розрахунок заземлення дільниці.....	55
	ВИСНОВКИ.....	60
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61
	ДОДАТКИ.....	63

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Сучасні бензинові двигуни внутрішнього згорання внаслідок простоти своєї конструкції користуються великим попитом, але виправним недоліком відносно дизельних двигунів є відносно велика витрата пального, відповідно і ціна за кілометр руху. З метою зменшення витрат на пальне, а також підвищення екологічних показників, дані двигуни переобладнують на альтернативні види пального. Найпоширенішим видом переобладнання є встановлення газобалонного обладнання (ГБО). [4 с.67]

Блоки управління газобалонним обладнанням четвертого покоління дозволяють встановлювати на вибір два види газу: стиснутий природний газ (метан), і суміш газів отриманих від перегонки нафти – зріджений нафтовий газ (пропан- бутан). Останній користується більшою популярністю завдяки нижчій ціні та простоті зберігання. Хоча є декілька недоліків пропан-бутанової суміші у порівнянні з метаном, а саме: нижче октанове число (100...105 проти 115), клас пожежобезпеки (суміш нафтових газів має властивість осідати, а метан вивільняється вгору, тим самим не створюючи вибухонебезпечне середовище). [6 с.54]

Блоки управління ГБО мають доволі потужне апаратне забезпечення, яке дозволяє проводити досить гнучке налаштування, ручне та автоматичне внесення корекції. Разом з тим автоматичні коефіцієнти корекції не завжди є оптимальними, а їх встановлення в ручному режимі вимагає, окрім відповідних знань, індивідуального підходу до кожного конкретного транспортного засобу. [7 с.69]

Кваліфікаційна робота присвячена опису принципу роботи , ТО і ремонту, роботи блоку управління двигуна та визначення параметрів, з метою забезпечення коректної його роботи та збереження ресурсу. [3, ст.117]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика автомобіля Volkswagen Bora II



Рисунок 1.1 - Автомобіль Volkswagen Bora II

У 2008 році Bora була повністю оновлена, продаючись як New Bora або Bora II, а з 2010 року — лише як Bora. Ця нова модель була розроблена FAW-Volkswagen і все ще базується на тій же платформі, що і Volkswagen Golf 4, але використовує деякі компоненти з нової платформи PQ35. Варіанти двигунів для другого покоління Bora: 1,4-літровий двигун TSI потужністю 131 к.с., 2,0-літровий двигун потужністю 120 к.с. і 1,6-літровий двигун потужністю 100/104 к.с. [9]

Модель вперше була представлений на Міжнародному Пекінському автосалоні в квітні 2008 році. У грудні 2012 року Bora пройшов рестайлінг, і був створений більш спортивний і преміальний рівень комплектації під назвою Volkswagen Bora Sportline. [9]

Автомобіль побудований на платформі Golf IV, але зовні мало нагадує знайомі хетчбеки Golf елементи нового оформлення передньої частини. Volkswagen Bora переріс хетчбеки Golf на 230 мм: довжина 5-місного авто — 4380 мм. На 220 мм подовжений задній звис, що дозволило збільшити корисний об'єм багажника до 455 л. [9]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Таблиця 1.1 - Двигуни автомобіля Volkswagen Bora II

Двигун	Тип двигуна	Об'єм	Потужність	Крутний момент	Роки випуску
1.6	P4 DOHC 16V	1598 см ³	105 к.с. (77 кВт) при 5250 об/хв	155 Нм при 3750 об/хв	з 2008
2.0	P4 SOHC 8V	1984 см ³	120 к.с. (88 кВт) при 5000 об/хв	180 Нм при 3750 об/хв	з 2008

Значні зміни моделі відбулися не тільки в задній, але й передній частині автомобіля, наприклад, фари, капот, крила, облицювання радіатора, не кажучи вже про бампери. Дизайн Bora відрізняється строгістю. Довгочасне збереження автомобіля забезпечує цільноцинкований кузов. Термін гарантії від наскрізної корозії — 12 років. [9]

Седани, призначені для європейського ринку, можуть оснащуватися сімома варіантами двигунів: п'ятьма бензиновими і двома турбодизелями. Турбодизелі мають однаковий об'єм — 1,9 л., але різний тиск надуву і, відповідно, потужність: 90 і 115 к.с. [9]

Гамма бензинових двигунів включає в себе:

- 1,6 л потужність 100 к.с.
- 2,0 л потужність 115 к.с.
- 1,8 л потужність 125 к.с.
- 2,3 л потужність 150 к.с. (VR5)
- 2,8 л потужність 204 к.с. (VR6)

Крім базової моделі, пропонуються три виконання, в яких Bora виглядає ще більш комфортно й привабливо: Comfortline, Highline і Trendline. Bora Trendline — варіант у спортивному стилі. Його головними відмінностями є легкосплавні колеса Avus і спортивні передні сидіння, регульовані за висотою. [9]

Vora Comfortline — автомобіль підвищеної комфортабельності. У спинках передніх сидінь ставляться регульовані поперекові опори, що знижують стомлюваність у далекій дорозі. Електричні склопідйомники. Зовнішні дзеркала — з обігрівом і синхронізованим електроприводом регулювань. Обід рульового колеса і рукоятки важелів обшиті шкірою. [9]

1.2 Проблеми експлуатації автомобілів з ГБО

Останнім часом в Україні значно збільшилась кількість транспортних засобів переобладнаних для роботи на газовому пальному. За результатами опитувань власників таких автомобілів та співробітників підприємств, які здійснюють встановлення, налаштування та обслуговування ГБО констатовано наступні основні проблеми: [10]

- підвищена витрата газу;
- падіння потужності двигуна (погіршення динамічних характеристик);
- передчасне зношування (вихід з ладу) двигуна, зокрема прогоряння клапанів, знос циліндро-поршневої групи і т.п. Як свідчить практика поява подібних проблем зумовлена невірним налаштуванням газобалонного устаткування. [10]

1.3 Конструкція та покоління газобалонного обладнання автомобіля

Перше покоління - найпростіша система підготовки та подачі газу використовується на карбюраторних двигунах. Вона включає в себе редуктор, механічний дозатор, клапани з перемикачем і змішувач. [11]

Друге покоління – призначене для установки на інжекторні автомобілі з одним датчиком кисню і каталітичним нейтралізатором. Відмінності від попереднього, на перший погляд, невеликі, але істотні. Головне – це застосування не механічного, а електронномеханічного дозатора газу. [11]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

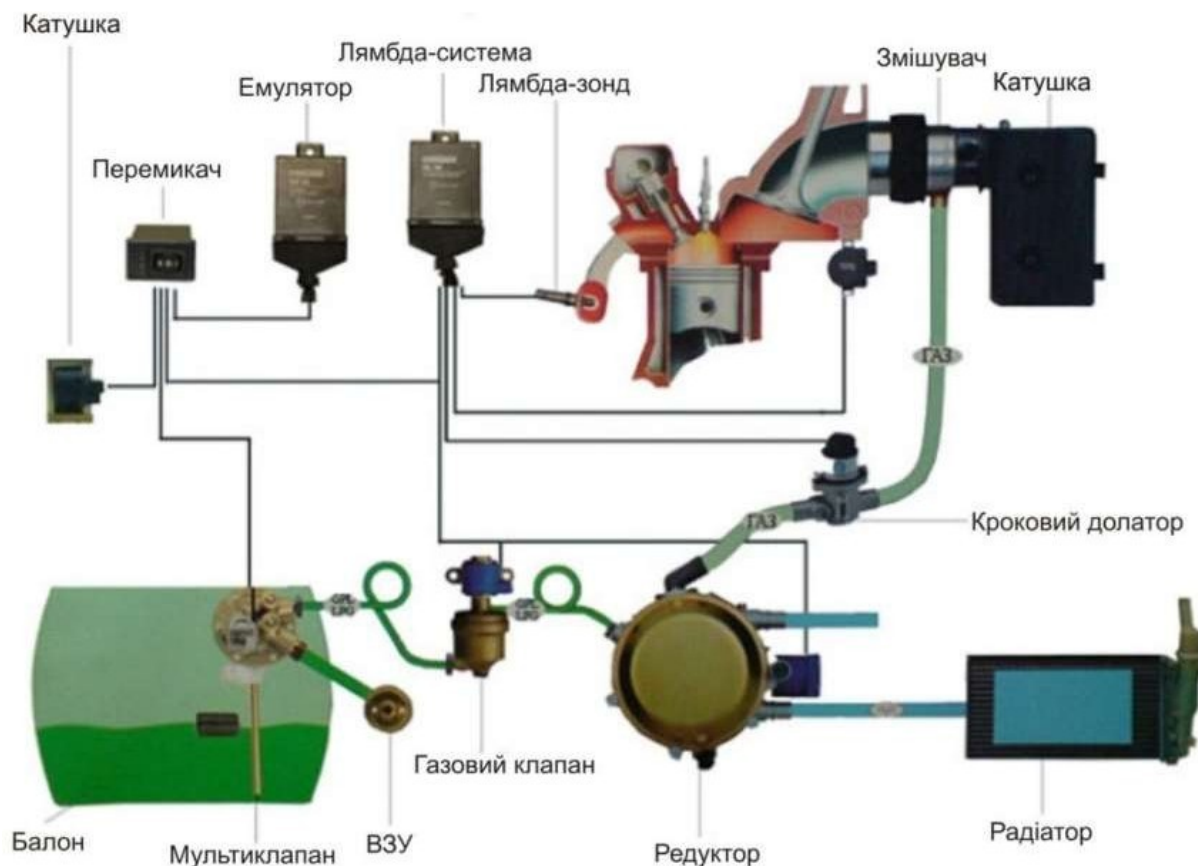


Рисунок 1.2 – Схема ГБО другого покоління

Третє покоління від ГБО 2 покоління вона відрізнялася наявністю механічних форсунок і власного блоку управління, відсутністю змішувача. Паралельне впорскування газу здійснювався у впускний колектор безпосередньо біля впускних клапанів, що знизило ймовірність ударів практично до нуля. Однак дозатор як і раніше використовувався електронномеханічний, що не дозволяло з достатньою швидкістю коригувати суміш. Тому системи 3-го покоління задовольняли максимум вимогам Євро-2. Коли ж вступили в силу норми Євро-3, і з'явилися системи 4-го покоління, третє покоління виявилось неактуальним. [11]

Апаратура 4-го покоління («газовий інжектор») встановлюється на автомобілі, що відповідають нормам Євро-3 і вище (з двома датчиками кисню). Вона забезпечує розподілене уприскування газу. Управляє її роботою власний блок управління, узгоджено працює з контролером двигуна. [11]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

Арк.

10

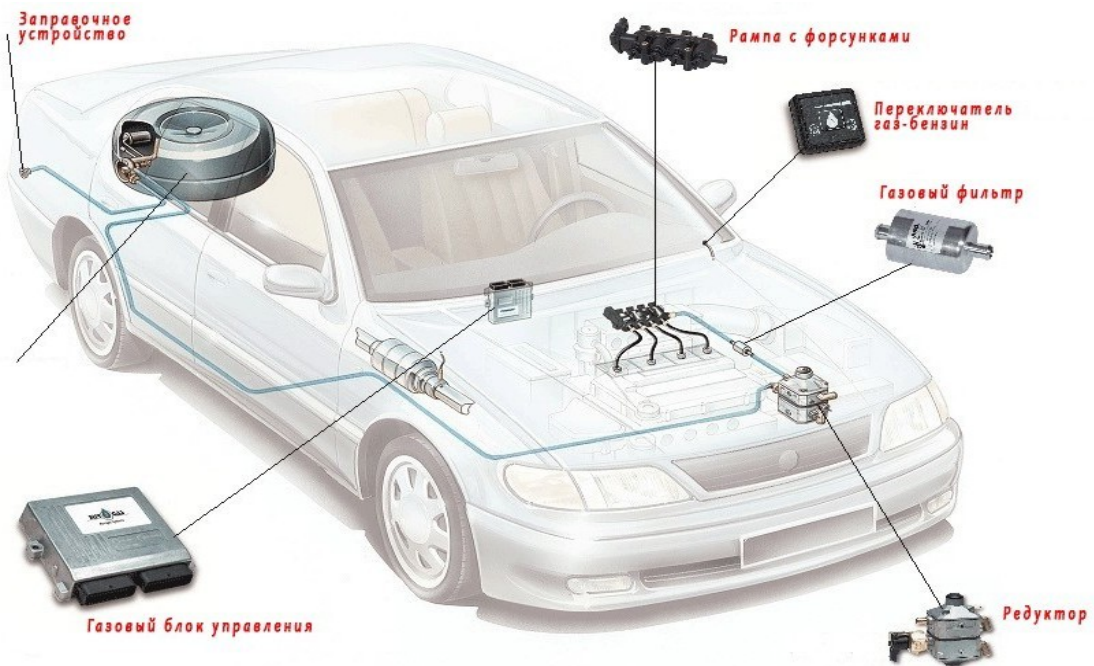


Рисунок 1.3 – Схема ГБО четвертого поколения

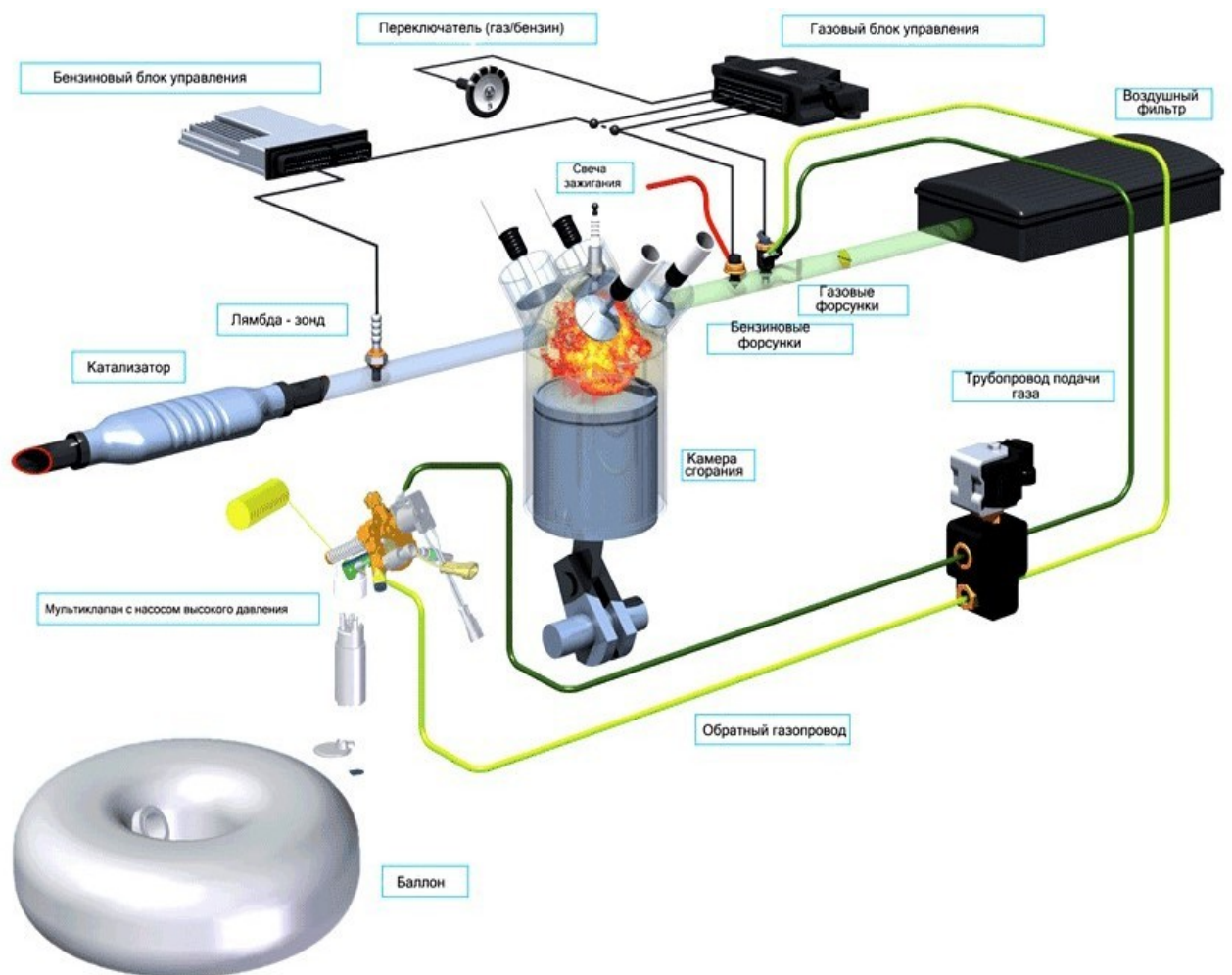


Рисунок 1.4 – Схема ГБО п'ятого покоління

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

Арк.

11

Найсучасніше на сьогоднішній день ГБО шостого покоління LPdi (Liquid Propane direct injection) розроблено спеціально для двигунів з безпосереднім впорскуванням палива. При цьому газ в рідкому стані впорскується через бензинові форсунки. [11]

Найбільш розповсюдженими в Україні являються газобалонні установки другого та четвертого поколінь. Саме ГБО другого покоління і притаманні проблеми пов'язані з його налаштуванням та подальшою експлуатацією. [11]

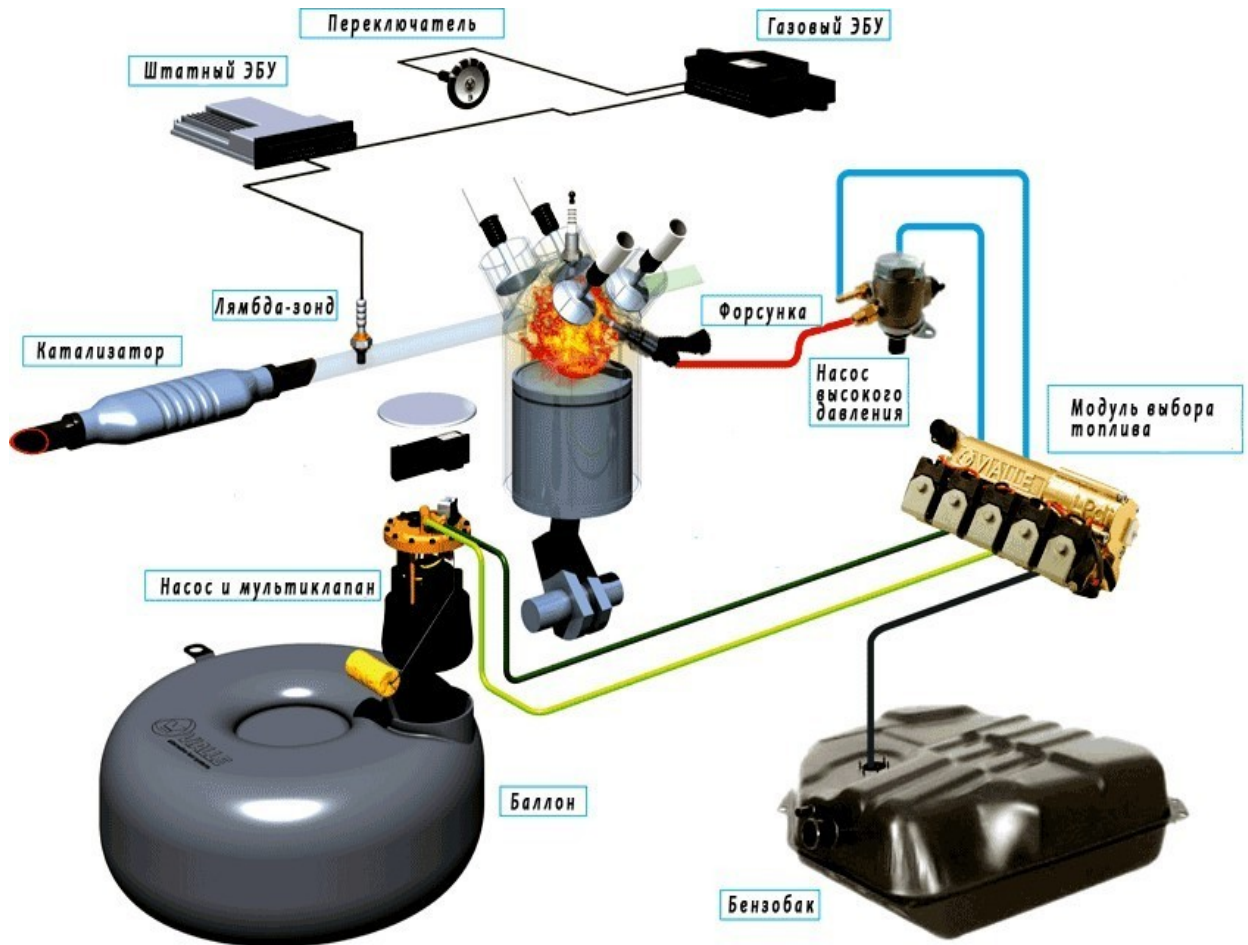


Рисунок 1.5 – Схема ГБО шостого покоління

1.4 Науковий та практичний підхід щодо налаштування ГБО автомобілів Volkswagen Bora II

Наукові дослідження, пов'язані з розробками, встановленням, налаштуванням, експлуатацією газобалонного устаткування в основному спрямовані на: дослідження екологічних показників автомобілів [4 – 6],

						КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

дослідження роботи двигунів на газовому паливі [7 – 16], економічне обґрунтування переобладнання парку на газове паливо [17] і т.п.

Разом з тим недостатньо уваги приділяється питанням налаштування газової апаратури автомобіля, оптимізації роботи двигуна. Так, у роботі [18] автор розглядає можливість поліпшення тягово-швидкісних властивостей автомобіля із застосуванням методики підбору передатних чисел коробки передач, однак такий підхід потребує внесення змін в конструкцію автомобіля, і, як наслідок, призведе до додаткових фінансових витрат. Значний обсяг досліджень проведено автором роботи [12]. У роботі визначено механізми поліпшення роботи двигуна на газовому паливі та запропоновано алгоритм та схему системи керування газовою системою живлення. Однак запропонований метод на даний момент неможливо реалізувати через відсутність відповідних засобів (системи керування). Автором роботи [12] запропоновано методику оптимізації роботи дизельних двигунів шляхом пошуку компромісу між витратою палива та викидами шкідливих речовин. Вплив експлуатаційних параметрів на продуктивність та викиди двигунів автомобілів досліджено у роботі. Також питання оптимізації роботи двигунів внутрішнього згорання, які працюють на газовому пальному наведено у роботах [12]. Таким чином встановлено необхідність проведення досліджень пов'язаних із налаштуванням та діагностуванням газобалонного обладнання автомобілів. [12]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Принцип роботи ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II

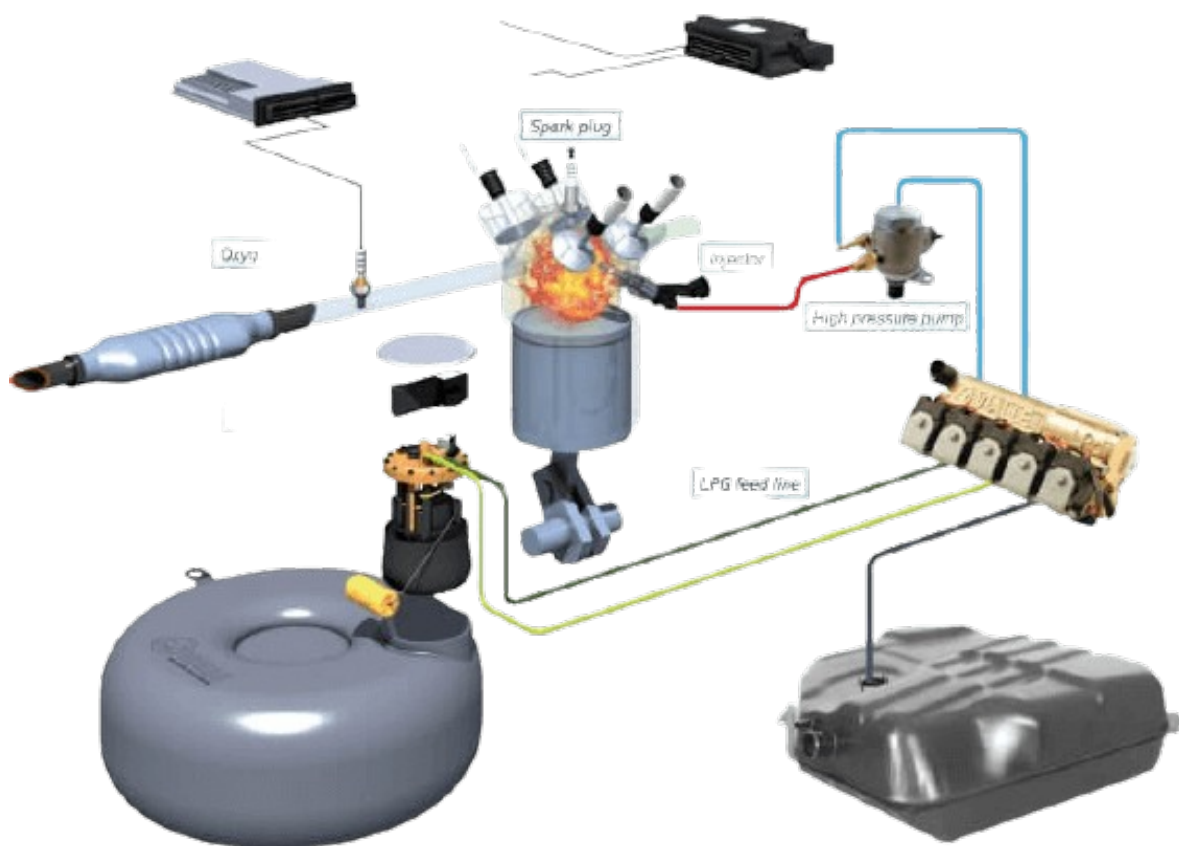


Рисунок 2.1 - ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II

Четверте покоління газобалонного обладнання для автомобілів, яке прийшло на зміну третьому, зазнало багатьох змін. Було враховано всі недоліки та нарікання з боку автовласників на адресу ГБО 3. Це зробило нове покоління не тільки потужнішим, а й екологічним. [13]

Сучасне газобалонне обладнання для автомобіля включає:

Газовий балон – найбільший елемент системи. Його вибір вимагає ґрунтовного підходу та певних знань. [13]

Мультиклапан або «мульт», що виконує роль запірної арматури та датчика рівня газу. Відповідає за безпеку газової системи під час експлуатації. [13]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

Арк.

14

Магістралі, які бувають витратними (від ВЗП до мультиклапану або балона) та заправними (від бака до редуктора). Випускаються мідними, алюмінієвими, термопластиковими. Останній варіант найнадійніший. [13]

Редуктор, що підбирається з урахуванням потужності двигуна транспортного засобу. [13]

Газові форсунки, що здійснюють дозування палива, що подається. Задіяні в паралельному чи послідовному розподільчому впорскуванні суміші. Випускаються із різних матеріалів. Відрізняються швидкістю спрацьовування та конструктивним виконанням. Кількість форсунок, що встановлюються, безпосередньо залежить від кількості циліндрів двигуна.

Мікрокомп'ютер для керування всього комплексу. [13]

Це не повний перелік комплектації. Газобалонне обладнання обов'язково забезпечене кнопкою, що перемикає роботу двигуна з бензину на газ і навпаки, контролюючими датчиками, газовими та тосольними шлангами і т.д. [13]

Робота ГБО нового покоління:

Автомобіль, оснащений газобалонним обладнанням останньої версії, заводиться від бензину і перемикається на газ після досягнення заданої температури нагрівання рідини, що охолоджує: Коли автовласник заводить транспортний засіб, двигун запускається не на газі, а бензині. Цей режим підтримується, доки газовий редуктор не нагріється до 40 градусів. Дотримання вищеписаних умов призводить до отримання мікрокомп'ютер відповідного сигналу. Температура визначається індивідуально. Рівень виставляється таким, щоб забезпечити стабільну роботу двигуна. Бензин перестає подаватись. Починає здійснюватись подача газу. Балон містить рідкий пропан-бутан, що перетворюється на газоподібну суміш редуктором-випарником. У двигун автомобіля газоподібна суміш надходить через калібровані отвори форсунок. Упорскування здійснюється виключно за командою ЕБУ. [13]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

На певних підвищених оборотах може відбуватися довприск бензину у розмірі від 1 до 20%. Електронний блок керування регулює тривалість та час роботи форсунок. Самостійно вони не працюють. Такий принцип роботи ГБО 4 покоління дозволяє досягти економічної витрати газу. [13]

2.2 Переваги ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II

Нове ГБО, що прийшло на зміну старим версіям, має безліч незаперечних переваг перед попередниками:

- Повна відсутність «бавовни», які видавали двигуни під час роботи на газобалонному устаткуванні старших поколінь;
- відсутність втрати потужності двигуна при перемиканні режиму роботи від бензинового живлення на газове;
- управління форсунками за допомогою ЕБУ дало можливість витратити газ більш економічно та продуктивно;
- плавність керування транспортним засобом стала невідмінною від режиму роботи двигуна на бензині;
- двигун працює значно еластичніше і плавніше, ніж на бензині, оскільки при роботі на газі відсутня детонація;

Термін служби двигуна збільшується, оскільки через відсутність детонації масло двигуна на 30-40% довше і краще зберігає свої мастильні властивості, не з'їдається детонацією зі стінок циліндрів, не забруднюється продуктами горіння, що містяться в бензині. [13]

Перелічені переваги наочно демонструють те, що технології не стоять на місці і користування газобалонним обладнанням стає набагато комфортнішим. [13]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.3 Недоліки ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II

Переваги нової версії не виключають наявності деяких недоліків. Запуск двигуна відбувається саме на бензині, а вже після досягнення потрібної температури нагріву рідини, що охолоджує, перемикається на газ. [14]

Що ж робити, якщо бензиновий бак порожній? Логічно припустити, що завести машину просто не вийде навіть за повного газового балона. Деякі автомобілісти, зіштовхуючись із подібним, починають дзвонити в службу евакуації чи друзям, просячи привезти бензин чи відбуксирувати авто на станцію технічної підтримки. Ситуація видається безвихідною, але це не відповідає дійсності. [14]

Проблему можна вирішити та завести транспортний засіб навіть із порожнім бензобаком:

- Затисніть та утримуйте кнопку перемикання палива під час вимкненого запалювання.
- Не відпускаючи кнопку, починайте заводити автомобіль за допомогою ключа запалювання.
- Коли авто заведеться, не відпускайте ще деякий час. Потрібно дати мотору трохи прогрітися. [14]

Описані вище маніпуляції дозволяють завести авто від газу в екстреній ситуації. Виробники газобалонного обладнання радять не зловживати цим способом. Кількість запуску двигуна від газу згідно з існуючою думкою обмежена і в залежності від обладнання може передбачати навіть всього 5 або 10 таких запусків. Якщо це число вичерпано, необхідно здійснити збір через мікрокомп'ютер. Але, що найважливіше в цій ситуації, це необхідність завжди тримати в бензиновому паливному баку не менше ніж 25% палива від його обсягу. Це потрібно для того, щоб бензиновий паливний насос ефективно охолоджувався і не перегрівався, оскільки при роботі на газі сама бензинова паливна система теж працює, хоч і не подає паливо в двигун. [14]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Існуючі мінуси ГБО 4 можна «виправити», якщо дотримуватися простих рекомендацій. Якщо говорити про обладнання в цілому, воно перевершує за показниками потужності та економічності попередні версії, а управління стало невідмінним від бензинового. Перед самостійним встановленням газобалонного обладнання, потрібно знати, що процес встановлення складний потрібно довірити досвідченим і перевіреним фахівцям, що мають великий досвід роботи в області. Установка ГБО виконана вручну, самостійно без професійних пристроїв діагностики – закінчується проблемами в подальшій експлуатації ГБО. [14]

2.4 Ремонт газової установки ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II

Тому що не існує зареєстрованих стандартів для самостійного процесу установки газобалонного обладнання на авто. Поважають себе компанії, які ретельно стежать за своєю репутацією, надають гарантію на свої послуги, користуються запатентованими технологіями та перевіреними методами. Проте, навчитися самому проводити монтаж газової установки можна. В подальшому спростивши собі життя по техобслуговуванні. Існують певні нюанси, що дозволяють кожному автомобілісту зрозуміти, наскільки професійна та якісно зроблена установка газу на авто. Для цього необхідно детальніше розглянути особливості установки основних вузлів ГБО. [14]

Балон ГБО:

Неможливо уявити собі роботу газового обладнання без балона. Адже саме в ньому знаходиться паливо. Балони бувають в двох формах: циліндричної або тороїдальної. Встановлення балона на авто залежить від його форми. Тороїдальні балони для гбо часто кріпляться зовні автомобіля в захищене місце, без ближніх рухомих деталей і глушника. Самостійно провести монтаж балона на газ для авто можна після консультації в компанії.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Циліндричний балон вимагає спеціальної рамки та фіксації сталевими стрічками. Тороїдальний баллон кріпиться за допомогою болтів. Кріплення всього балона має бути максимально міцним і надійним, не допускаючи ніяких рухів та люфту. Всі отвори кріплення всередині та зовні слід захищати антикорозійним покриттям і забезпечити їх спеціальними втулками. Купити балон ГБО с комплектом кріплення Ви можете за попереднім замовленням зателефонувавши по номеру компанії Айзен Газ. [14]

Редуктор ГБО:

Уважно віднесіться до вибору газового редуктора на авто. Він повинен співпадати з потужністю Вашого транспортного засобу. Уваги заслуговує місце установки газового редуктора. Важливо, щоб було легко підключити всі елементи залишився доступ до вбудованого фільтру і регулювального гвинта. Регулювання газового редуктора повинно проходити швидко, для самостійної настройки. Заборонено встановлювати регулятор потужності ГБО на вібруючі запчастини мотора. Всі трубки і шланги, що ведуть до редуктора повинні бути міцними і надійними, без тріщини, заломів та інших пошкоджень. Після встановлення ГБО перевіряйте самостійно всі магістралі газової системи. [14]

Шланги системи охолодження:

Від них безпосередньо залежить робота редуктора. Підключення повинно відбуватися паралельно, при цьому редуктор повинен знаходитися під верхньою точкою даної системи. Важливо враховувати напрямок обороту охолоджуючої рідини. Кращим матеріалом для виготовлення трійників є латунь. [14]

Трубки на газовій установці:

Відносно цих запчастин важлива наявність відповідної сертифікації. При установці трубок потрібно уникати їх пошкодження і заломів. Якщо це сталося, то таку деталь слід замінити неушкодженою. Кріплення трубки має

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

відбувається за допомогою спеціальних металевих дужок з гумовими прокладками. Газові магістралі фіксують і максимально маскуються. [14]

Газові форсунки:

При їх установці та настройці важливо дотримуватися точного періоду вприскування. Вони повинні розташовуватися якомога ближче до бензинових форсунок, з урахуванням їх кута в напрямку потоку. Форсунки гбо складно встановити самостійно, тому звертайтеся за допомогою до спеціалістів. [14]

Заправний клапан:

Ця деталь – одна з найпростіших в установці. Головне, підібрати підходяще місце (нерухома частина кузова або кронштейн під заднім бампером). Головними вимогами до установки клапана є доступність та легкість при заправці газом. [14]

Електроніка ГБО:

Необхідно звернути увагу, на відповідність з технічними характеристиками мотора. Від цього залежить точність і налагодженість роботи всього газобалонного обладнання. Простежити потрібно за хорошою ізоляцією всіх проводів. Найкраще прикріпити електронні кабелі до кузова машини. Під час підключення проводів, обов'язковою умовою є відключення акумулятора. Для самостійного кріплення та роботи з електронікою звертайтеся по телефону компанії. Весь комплект електроніки можна придбати окремо. [14]

Для самостійної установки ГБО на автомобіль ми перерахували всі основні компоненти. Це допоможе вам швидко провести монтаж газової установки на свій автомобіль. Проте якщо ви вагаєтесь і володієте не достатньою інформацією для точної установки самостійно – звертайтеся за консультацією. Менеджер компанії Айхен Газ дасть відповіді на всі запитання стосовно монтажу обладнання. [14]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.5 Обслуговування та ремонт газобалонного обладнання



Рисунок 2.6 – Компоненти ГБО 4 покоління Volkswagen Bora II

Обслуговування ГБО - невід'ємна частина експлуатації автомобіля з альтернативною паливною системою. Від регулярності ТО ГБО залежить не тільки якість його функціонування, а й збереження інших елементів двигуна, а також безпека водія і пасажирів. Завдяки розробці новітніх технологій, MRC може запропонувати своїм клієнтам обладнання з пролонгованим терміном експлуатації, можливістю детального дистанційного налаштування блоку управління і оптимальним цінником на обслуговування і ремонт в будь-якій ситуації. Обслуговування газової установки від «MRC Systems» проводиться висококваліфікованими фахівцями на офіційних СТО. Обслуговування газового обладнання автомобіля включає в себе різні технічні процедури, це або повна заміна деталі, або заміна витратних матеріалів, які втрачають свої експлуатаційні здатності через певний пробіг автомобіля. Регулярне обслуговування ГБО – проводиться кожні 10 000 км пробігу, мінімальний обсяг робіт: [15]

- Діагностика і регулювання блоку управління;
- Перевірка герметичності газової системи;
- Діагностика і настройка редуктора;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

Арк.

21

- Заміна фільтрів тонкої і грубої очистки;
- Заміна дрібних витратних елементів. [15]

Технічне обслуговування газових форсунок (калібрування штокових моделей) – проводиться кожні 20 000 км пробігу, заміна ремкомплекта - кожні 40 000 км. Заміна ремкомплекту редуктора (або редуктора, якщо не підлягає ремонту) – проводиться кожні 60 000 км пробігу. [15]

Обслуговування ГБО 4 покоління і чому це важливо:

Газобалонне обладнання від «MRC Systems» підбирається індивідуально під кожен автомобіль, з урахуванням характеристик двигуна та інших параметрів. ГБО тісно пов'язане з іншими системами: [15]

- Живлення і управління ДВЗ;
- Системою охолодження;
- Бортовим електроустаткуванням і т.д.

Природно, що збій в роботі елемента ГБО може вплинути і на роботу системи в цілому, це небезпечно раптовими поломками і серйозними фінансовими витратами. У свою чергу, регулярне обслуговування та ремонт газобалонного обладнання забезпечує безперервну і безпечну експлуатацію автомобіля довгі роки. [15]



Рисунок 2.7 – Модуль керування ГБО 4 покоління автомобіля Volkswagen Bora II

2.6 Основні ознаки несправності ГБО та причини виникнення

У яких випадках необхідний ремонт газобалонного обладнання?

Регулярне обслуговування газового обладнання на авто значно знижує шанс серйозної поломки і передчасного виходу з ладу всієї системи. Якщо ж все-таки Ви помітили ознаки несправності ГБО, необхідно відразу звернутися в сервіс і усунути проблему. [15]

Ознаки несправності ГБО і їх основні причини:

- Знизилася потужність двигуна (двигун троїть?) – забруднення газового шлангу, поломка форсунки, збій в роботі блоку управління, низький тиск в редукторі через налаштування або його несправність;

- Проблема з перемиканням системи з бензину на газ– поломка датчика тиску або температури, збій в роботі редуктора, низький заряд акумулятора;

- Порушення роботи ДВС на холостому ходу– збій системи впорскування, засмічення форсунки, збільшення/зменшення зазору клапанів ГРМ;

- Збільшення витрат газу – низький тиск в циліндрах, поломка лямбда зонда, збій системи впорскування палива, неправильна робота форсунок, не відрегульований редуктор;

- Перемикання з газу на бензин самовільне – немає сигналу про кількість обертів двигуна, поломка датчиків, редуктора, низький заряд АКБ. [15]

Як обслуговувати ГБО 4 покоління самому?

Клієнти компанії часто задають питання - як обслуговувати ГБО 4 покоління самостійно, не звертаючись на СТО? Багато сучасних брендів ГБО, які продаються в Україні, не мають офіційних сервісів на території нашої країни, тому встановленням та обслуговуванням систем займаються десятки СТО в кожному місті. Для найбільш простих систем такий варіант може бути прийнятним, якщо обслуговуванням займається професіонал, який

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

має необхідне обладнання, програмне забезпечення та розуміє принципи роботи системи. [15]

Для системи ГБО «MRC Systems», ми вкрай не рекомендуємо проводити ТО ГБО поза офіційного сервісу, тому що в іншому випадку у вас не буде можливості отримати підвищений гарантійний термін. І ми не несемо відповідальності в таких випадках за якість роботи системи. Обслуговування ГБО 4 коштує не так дорого, щоб економити на своїй безпеці, а згодом витратити ще більше на дорогий ремонт. [15]

2.7 Технологічний процес налаштування електронного блоку керування ГБО 4 покоління

В загальному процес установки газобалонного обладнання на автомобілі складається з наступних основних етапів: встановлення на транспортний засіб газобалонного обладнання та його регулювання, налаштування електронного блоку керування, перевірка роботи автомобіля на газу. В даній роботі розглядається лише процес налаштування електронного блоку керування, оскільки саме відсутність чіткого алгоритму дій щодо налаштування електронного блоку керування призводить до нестабільної роботи двигуна, передчасного його зносу, підвищеної витрати палива, а також збільшення трудомісткості виконання робіт підприємствами, які встановлюють ГБО на транспортні засоби. [15]

Нижче на рисунку наведено алгоритм налаштування електронного блоку керування двигуна автомобіля, для його роботи на газовому паливі. Насамперед повинна бути здійснена візуально перевірка газобалонної апаратури автомобіля щодо її герметичності, кріплення, а також надійності усіх електричних з'єднань. Оскільки в цій роботі розглядаються автомобіля, переобладнані для роботи на газовому паливі, тобто бувши в користуванні, то необхідно також, за допомогою автомобільного сканера, здійснити

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

діагностування електронного блоку керування двигуна на відсутність помилок, а також переконатися у правильній його роботі. Наведені вище заходи забезпечать легкість подальшого налаштування електронного блоку керування та уникнення додаткових робіт. [15]

Після цього власне здійснюється налаштування блоку керування двигуном автомобіля, для його роботи на газовому паливі, згідно запропонованого технологічного процесу, який наведено на рисунку 2.2.

Після завершення налаштування електронного блоку керування двигуна в обов'язковому порядку необхідно здійснити перевірку транспортного засобу на відповідність вимогам ДСТУ 3649:2010, для його перевірки за вимогами безпеки та екології. [15]

На рисунку 2.10 наведено розроблений технологічний процес, який описує послідовність налаштування електронного блоку керування двигуна автомобіля для роботи на газовому паливі. Після підключення відповідних засобів до блоку керування двигуном та встановлення з'єднання здійснюється перший процес калібрування газових форсунок. Калібрування газових форсунок необхідно здійснювати з метою забезпечення рівномірної подачі палива як форсунками між собою, так і між газовими та бензиновими форсунками. Неправильне калібрування форсунок в подальшому може призвести до нестійкої роботи двигуна (робота ДВЗ на збіднених сумішах) або до підвищеної витрати палива (робота ДВЗ на збагачених сумішах). Наступним етапом налаштування є зняття характеристики часу впорскування палива бензиновими форсунками залежно від навантаження та обертів двигуна. Фактично це залежність розрідження у впускному колекторі від обертів двигуна. Під час отримання цієї залежності важливим моментом є отримання даних на усьому діапазоні обертів та навантажень. Після цього здійснюється зняття аналогічних характеристик під час роботи автомобіля на газовому паливі. [15]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

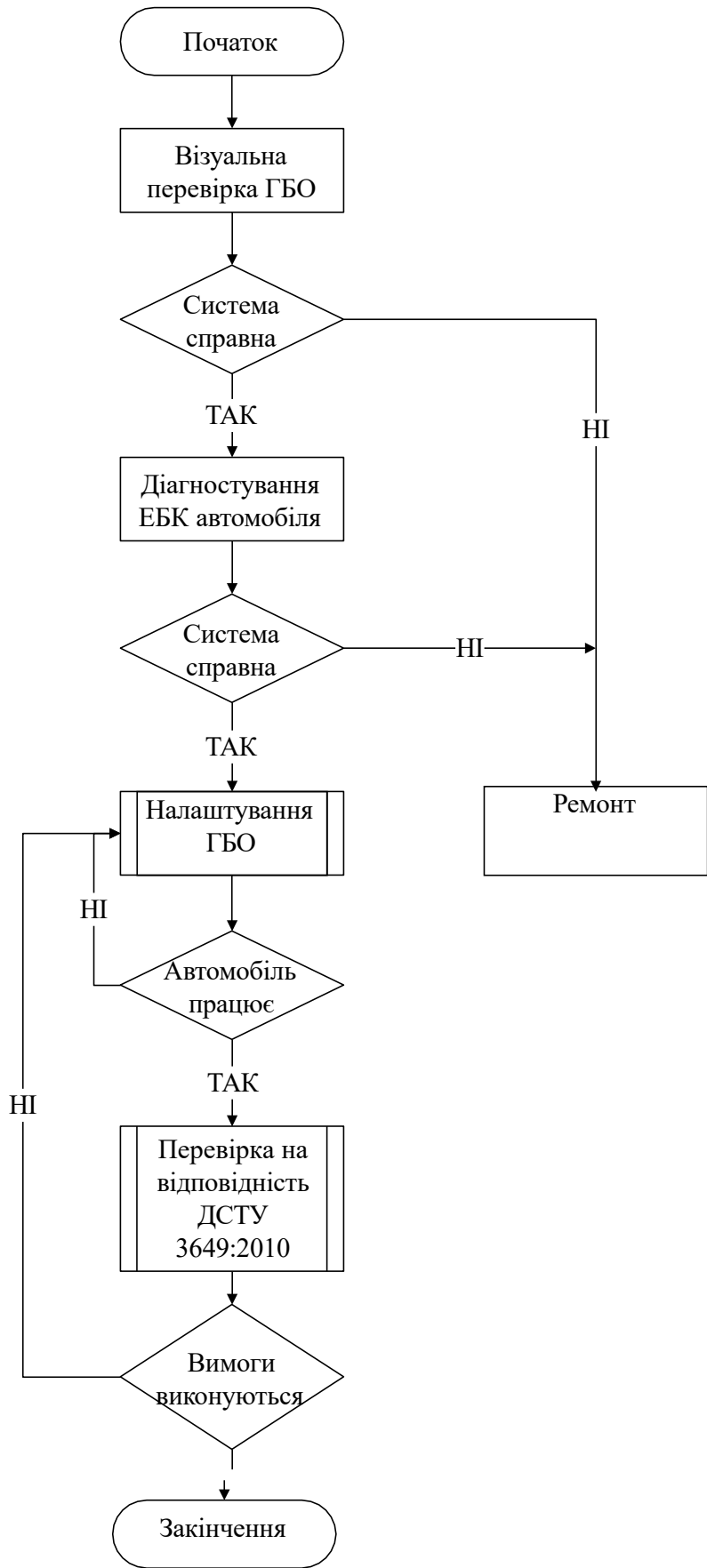
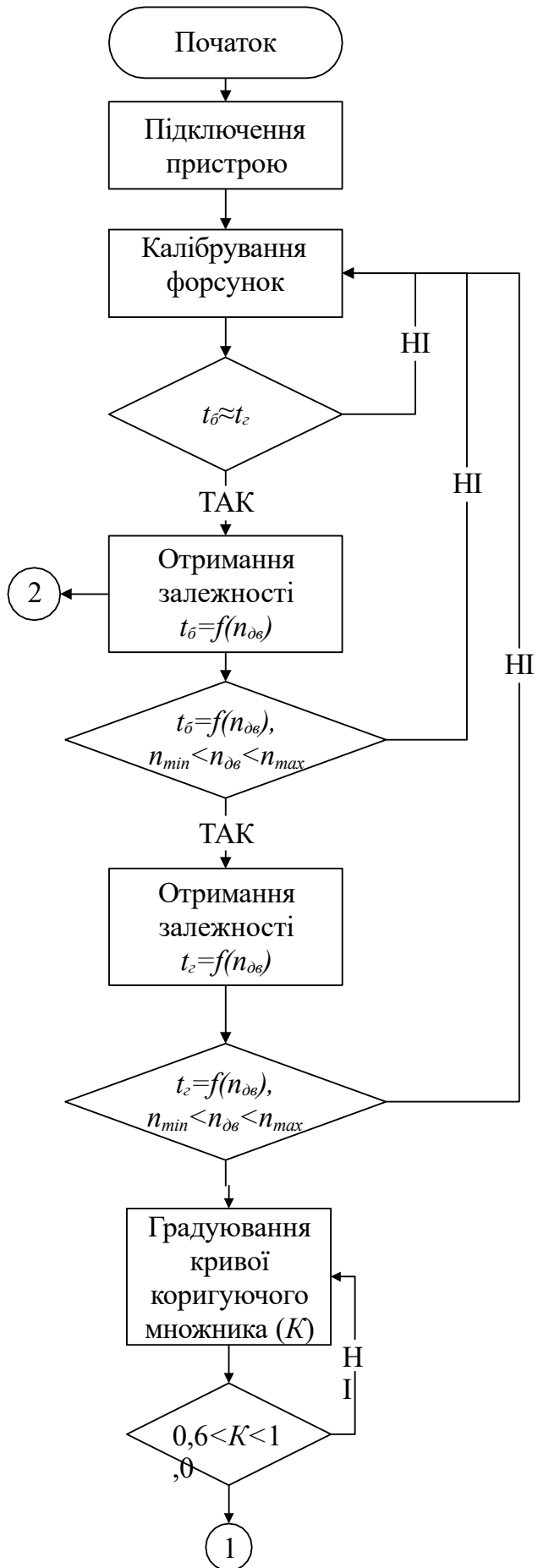
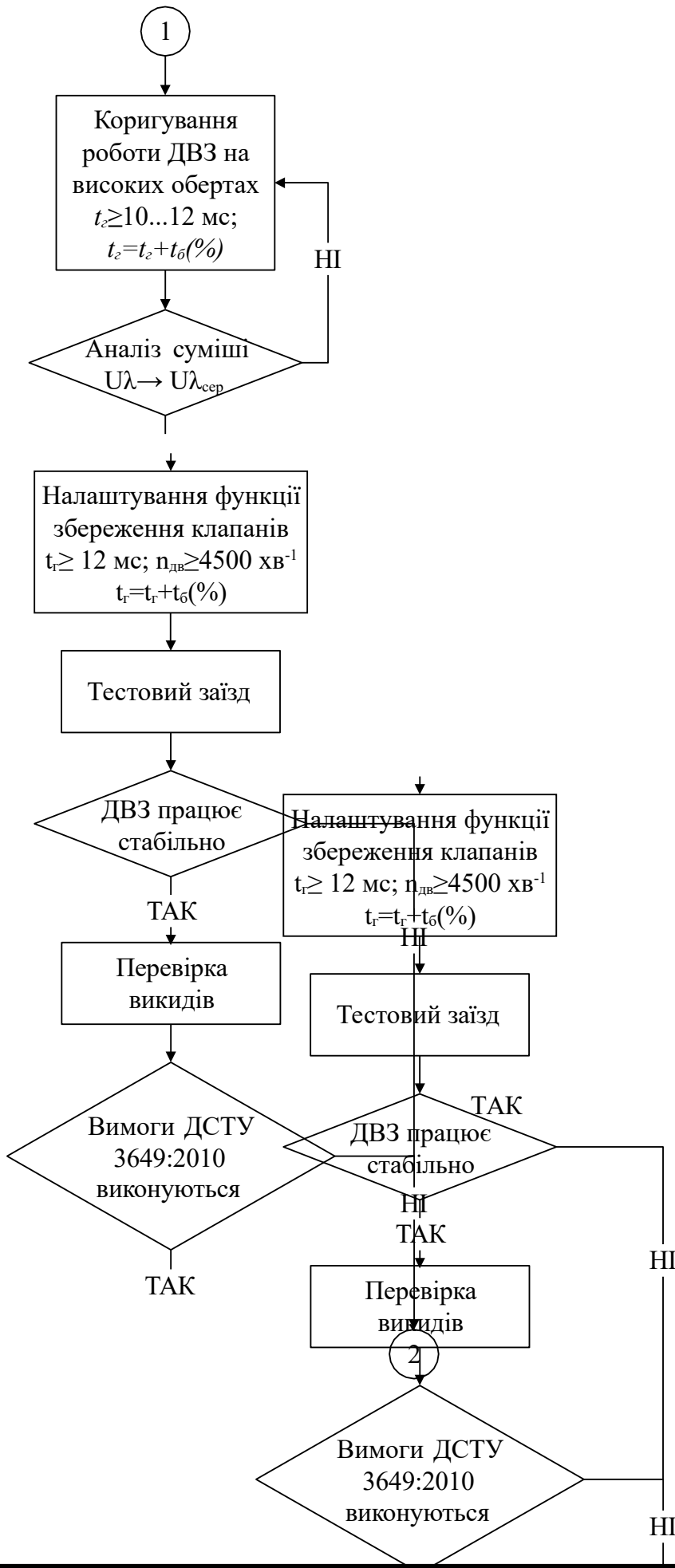


Рисунок 2.9 – Алгоритм налаштування електронного блоку керування двигуна автомобіля, для його роботи на газовому паливі



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТАК КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

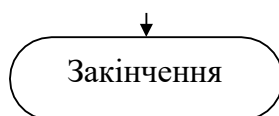


Рисунок 2.10 – Технологічний процес налаштування електронного блоку керування двигуна автомобіля

Отримавши обидві паливні залежності необхідно за допомогою коригуючого коефіцієнта здійснити налаштування роботи газових форсунок. Коригуючий коефіцієнт змінює час впорскування газу, тобто час роботи газових форсунок порівняно з бензиновими. Значення даного коефіцієнта повинно перебувати в межах $0,6 \dots 1,1$, в цьому випадку буде отримано оптимальні тягово-динамічні характеристики автомобіля та значення витрати газу. [15]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Наступним етапом налаштування є коригування роботи двигуна на високих обертах. У зв'язку з тим, що на високих обертах може спостерігатися явище, коли двигун не виходить на максимальну потужність у паливо-повітряну суміш необхідно подати додаткову порцію бензину. Кількість додаткової порції бензину визначається такою, щоб двигун працював на стехіометричній суміші, тобто значення напруги λ -зонда перебувало в межах середніх значень. Також запропонований технологічний процес передбачає налаштування функції зберігання клапанів, оскільки на високих обертах, внаслідок високої температури згоряння паливо-повітряної суміші може відбуватися їх прогоряння. З даною метою у циліндри двигуна впорскується охолоджуюча порція бензину. Після виконання усіх вищенаведених процесів виконується тестовий заїзд автомобіля з метою оцінки його тягово-швидкісних та динамічних показників. Якщо результати тестового заїзду позитивні, останнім етапом являється перевірка стану ГБО за показниками екологічної безпеки відповідно до ДСТУ 3649:2010 або ДСТУ 4277:2004. [15]

Задля коректної роботи всієї системи, під час встановлення необхідно провести калібрування механічної частини, а саме відповідно до потужності на один циліндр збільшити діаметри дюзів згідно таблиці 2.2.

Допускається незначна похибка, яка компенсується механічним регулюванням тиску газу на редукторі. [15]

В залежності від довжини магістралей форсунка – впускний колектор необхідно корегувати тиск. Рекомендована довжина: не більше 30см. Також ця умова зумовлена впливом на час роботи форсунок. Чим довша магістраль, тим відповідно необхідно збільшити даний параметр. Тиск більше як 1,5 бар, з метою збереження ресурсу газових форсунок та коректного часу впорскування. При всіх виконаних вимогах, час впорскування газових форсунок повинен відповідати бензиновим. Даний фактор буде гарантувати коректну роботу системи ГБО. [15]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 2.2 – Рекомендовані діаметри дюзів

Потужність/1 циліндр (кВт/с)	Тип впорскування		
	Фазований	Попарно- паралельний	Синхронний
	Діаметр штуцерів LPG, мм		
1...12	1,6	1,5	1,3
12...15	1,8	1,7	1,5
15...18	2,0	1,9	1,7
18...22	2,2	2,1	1,9
22...25	2,4	2,3	2,1
25...29	2,6	2,5	2,3
29...32	2,8	2,7	2,5
32...36	3,0	2,9	2,7
36...40	3,2	3,1	2,9

2.8 Обладнання для забезпечення технологічного процесу налаштування ГБО четвертого покоління

Сучасний ринок обладнання для налаштування ГБО представлений досить широкою гамою. Практично кожна фірма-виробник газобалонного устаткування пропонує відповідно своє устаткування та програмне забезпечення. На ринку України на сьогодні присутні наступні бренди: Lovato, Atiker, STAG, Prins і т.п. Широкої популярності в Україні набуло ГБО фірми STAG. Для налаштування ГБО обладнання STAG використовують інтерфейс BLUETOOTH NEXT II STAG. Даний пристрій призначений для встановлення зв'язку між електронним блоком керування двигуна та комп'ютером, і дозволяє не лише здійснювати діагностування а й налаштування обладнання усіх поколінь. [15]

З'єднання з блоком електронного керування здійснюється через діагностичний роз'єм. Подальші роботи проводилися із застосуванням зазначеного пристрою. [15]

Налаштування електронного блоку керування двигуна:

Перевірка функціонування запропонованого технологічного процесу здійснена на автомобілі, обладнаному для роботи на газовому паливі. Після установки ГБО на автомобіль та її перевірки наступним кроком є безпосереднє налаштування електронного блоку керування. Після успішного встановлення зв'язку електронний блок керування – комп'ютер, вибирається вкладка ПАРАМЕТРИ → ПАРАМЕТРИ АВТОМОБІЛЯ (див. рисунок 3.1).

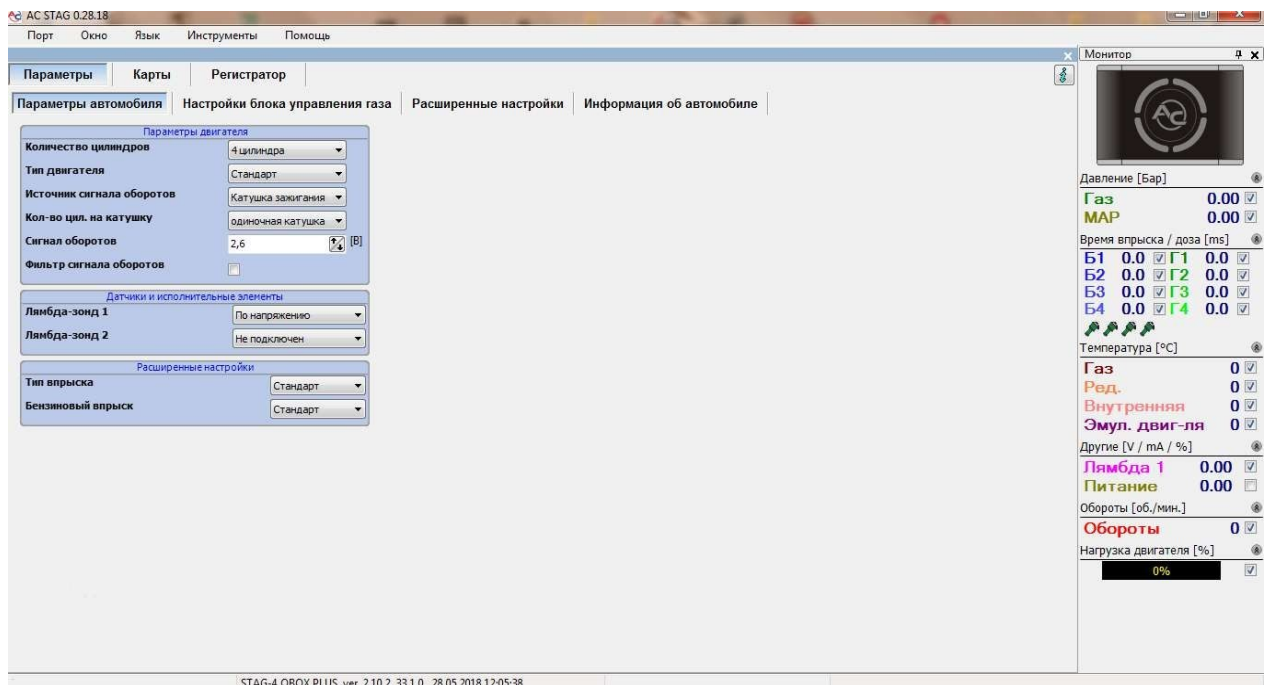


Рисунок 2.11 – Зв'язок з модулем керування

Налаштування здійснюється для чотирьох циліндрового двигуна з фазовим впорскуванням. Для повноцінного використання можливостей електронного блоку управління ГБО необхідно механічно підключити сигнальний провід від котушки запалювання, а також кисневий датчик. Далі програмно необхідно вибрати тип котушки запалювання та лямбда-датчика. Фізичне підключення кисневого датчика спрощує процес налаштування

суміші, а також дозволяє оптимізувати роботу двигуна на газу. При правильному підключенні кисневого датчика в правому кутку повинні з'явитись його показники. Наступним кроком необхідно провести калібрування форсунок і початкову стадію налаштування електронного блоку ГБО. У вкладці В необхідно викликати меню Автоадаптація (рисунок 2.12).

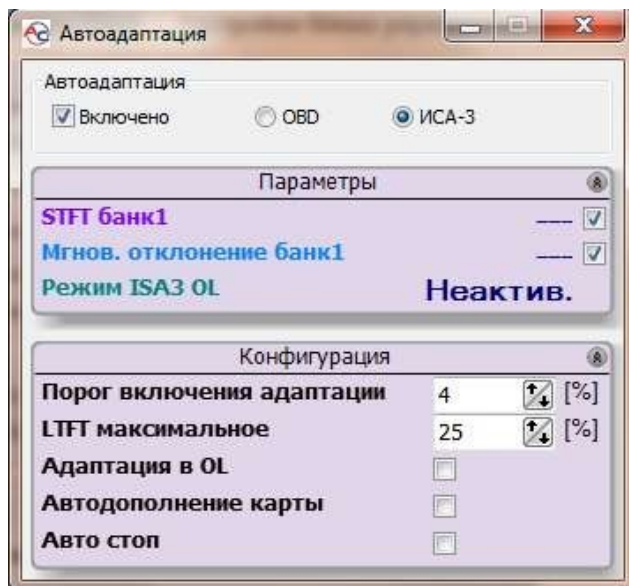


Рисунок 2.12 - Меню Автоадаптація

В залежності по якому протоколу працює бензиновий електронний блок управління двигуном необхідно вибрати тип автоадаптації (OBD, ISA). В цілому налаштування автомобіля за різними підключеннями діагностичних сканерів не відрізняється. В подальшому розглянуто адаптацію по протоколу ISA-3. Алгоритм роботи даного протоколу полягає у зчитуванні залежностей розрідження у впускному колекторі від обертів. Після проведення автоадаптації вмикаються газові форсунки (див. рисунок 2.13). [15]

Время впрыска / доза [ms]					
Б1	4.2	<input checked="" type="checkbox"/>	Г1	4.4	<input checked="" type="checkbox"/>
Б2	4.2	<input checked="" type="checkbox"/>	Г2	4.4	<input checked="" type="checkbox"/>
Б3	4.2	<input checked="" type="checkbox"/>	Г3	4.4	<input checked="" type="checkbox"/>
Б4	4.2	<input checked="" type="checkbox"/>	Г4	4.4	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2.13 - Проведення авто адаптації, вмикаються газові форсунки

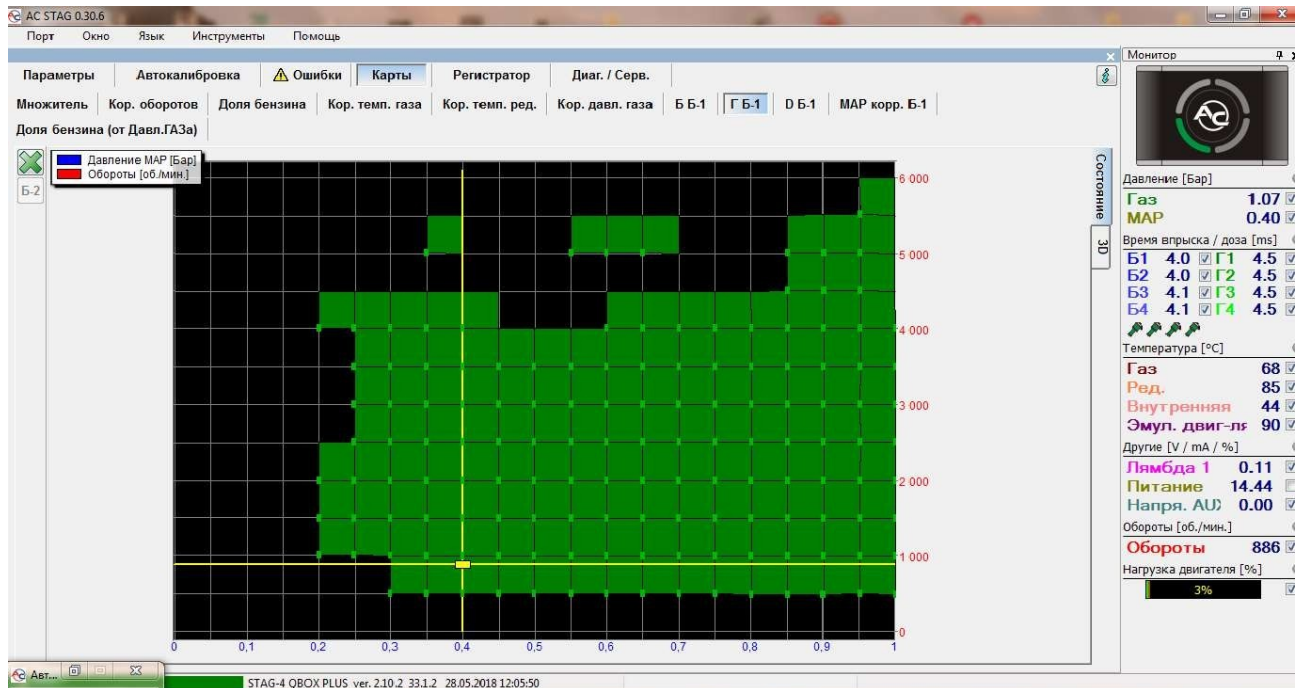


Рисунок 2.16 – Газова паливна карта

Газова паливна карта заповнюється аналогічно до бензинової. Її також необхідно заповнити по максимуму; на початку збирання карти роботи на газу не слід навантажувати двигун повністю. [15]

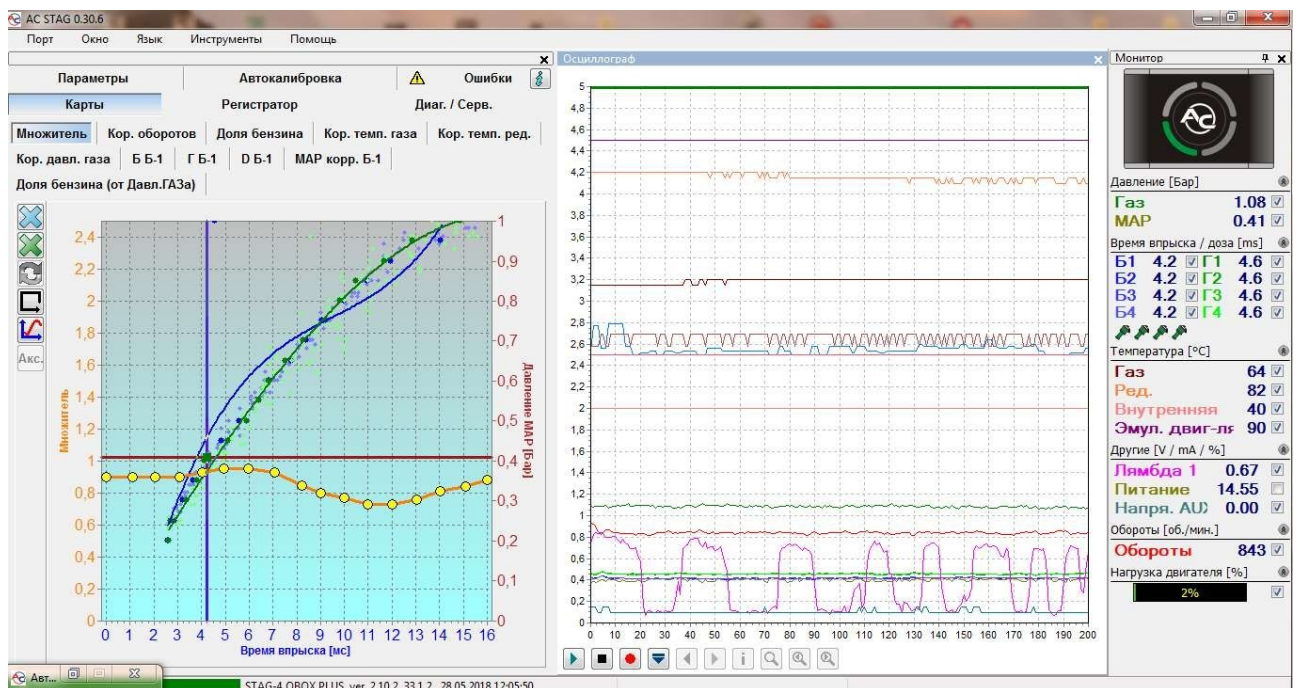


Рисунок 2.17 – Налаштування коригуючого множника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

Арк.

36

Коли газова паливна карта стане достатньо заповненою, відкривається можливість введення коригуючого коефіцієнта (множника). Коригуючий коефіцієнт служить для перерахунку часу впорскування газу порівняно з бензином. В той момент, коли бензинова карта буде зібрана, виникає можливість зміни коригуючого множника у вкладці МНОЖНИК (див. рисунок 2.17). Коли зібрана бензинова карта і зведений множник необхідно перейти до складання газової паливної карти, для чого відкривається вкладка Г-Б1 (див. рисунок 2.15). Змінюючи значення множника можна коригувати час впорскування газу. З метою запобігання збіднення паливо-повітряної суміші під час роботи двигуна на газу в режимі високих обертів при навантаженому двигуні, необхідно в ручному режимі у вкладці КАРТИ → КОРЕКТОР ОБЕРТІВ виділити область від 4 тисяч обертів до відсічки та час впорскування орієнтовно від 11мс. і додати 10% порції пального від закладеної в режимі автоадаптації (див. рисунок 3.8). Число яке вводиться в полі означає відсоток додаткової порції. Далі необхідно провести аналіз суміші на високих обертах під час навантаження. Для цього необхідно викликати вкладку ОСЦИЛОГРАФ та провести пробний заїзд. Якщо крива лямбда-датчика показує нормальну чи збіднену суміш, змінити параметр додаткової порції пального в сторону збільшення до +20%. Коефіцієнт впорскування додаткової порції пального вважається підібраним правильно, коли двигун працює на збагаченій суміші. Якщо блок управління ГБО підтримує функцію збереження клапанів (Valve Save) необхідно здійснити додаткові налаштування. Суть даної функції полягає у можливості впорскування бензину на високих обертах з метою охолодження випускних клапанів. Для оптимальної роботи вистачає близько 30% долі бензину в робочій суміші. З метою калібрування довпорскування долі бензину, необхідно відкрити вкладку КАРТИ → ДОЛЯ БЕНЗИНУ (див. рисунок 3.19). На координатній сітці виділяється зона від 4500 обертів і час впорскування від 12 мс та встановлюється частка бензину, яка повинна бути подана у

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

двигун. Після здійснення налаштувань необхідно виконати тестовий заїзд.

[15]

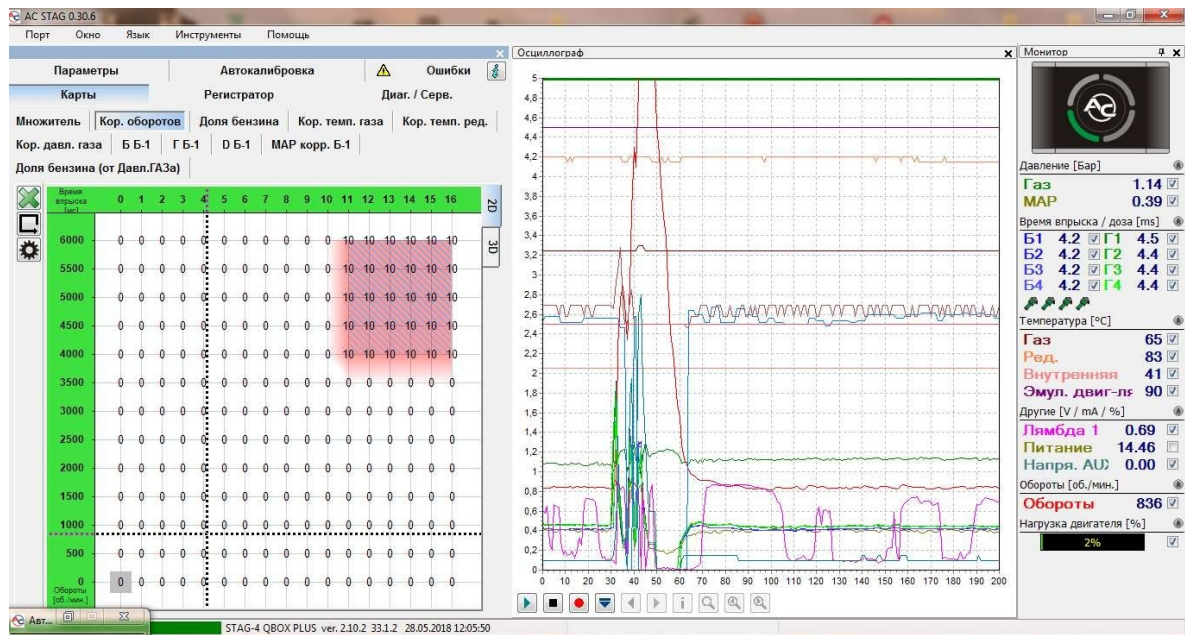


Рисунок 2.18 – Робота двигуна на високих обертах

Система вважається налаштована вірно, у випадку, якщо як на холостих обертах так і під час руху транспортного засобу двигун працює стабільно, не глохне, розвиває потужність, забезпечується плавне перемикання на газ та бензин.

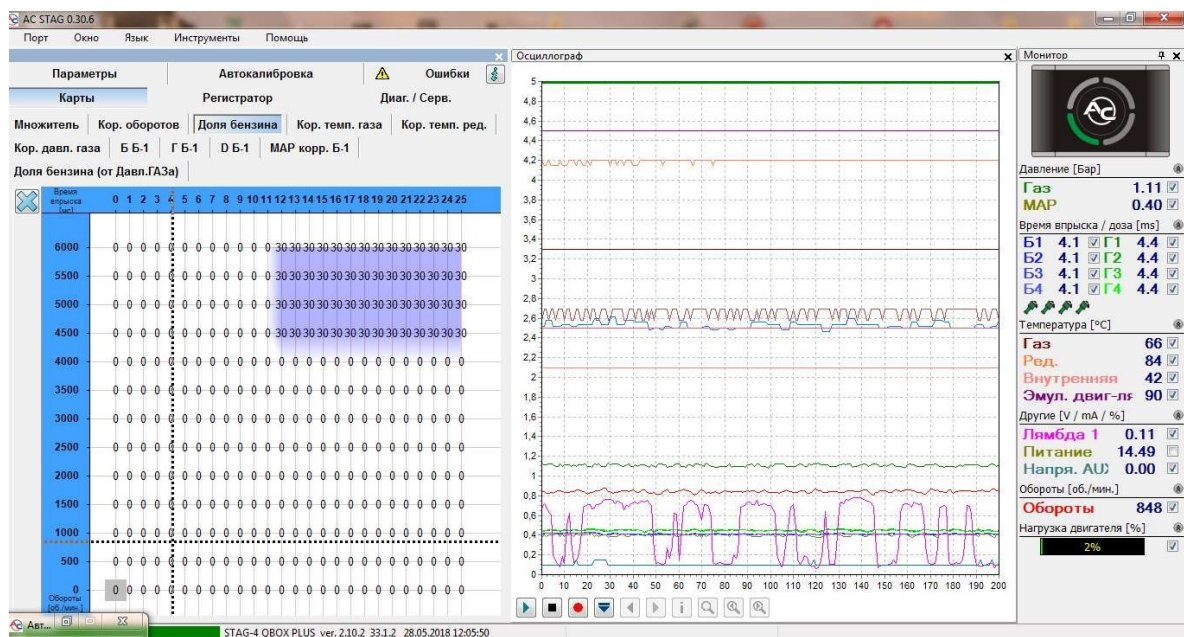


Рисунок 2.19 – Налаштування охолодження клапанів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ

Арк.

38

Окрім цього необхідно враховувати вимоги законодавства щодо технічного стану автомобілів. Зокрема, вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах не повинен перевищувати норм наведених у ДСТУ 3649:2010. Після завершення налаштувань необхідно здійснити перевірку вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобіля. Перевірка ефективності запропонованого технологічного процесу налаштування електронних блоків керування двигунів автомобілів здійснена на ПП. Працівники даного підприємства впровадили запропонований технологічний процес у виробництво. Встановлено, що під час переобладнання автомобілів для роботи на газовому паливі в процесі їх експлуатації виникає ряд проблем, які призводять до збільшення експлуатаційних витрат та, як наслідок, нівелюють переваги від використання газу в якості автомобільного палива. За результатами аналізу сучасного стану питання налаштування електронних блоків управління автомобілів, які працюють на газовому паливі встановлено відсутність наукового підходу. [15]

2.9 Розрахунок періодичності технічного обслуговування і ремонту системи живлення газобалонного автомобіля

Нормативний пробіг автомобіля малого класу складає:

- до КР - $L_{нц}=150.000$ км;
- до ТЕ-1 - $L_{н1}=5.000$ км;
- до ТЕ-2 - $L_{н2}=20.000$ км.

Проте для конкретного підприємства вказані вище умови можуть відрізнятися, тому, в загальному випадку, розрахунковий ресурсний пробіг (LP) і періодичності ТО - 1 (L1) і ТО-2 (L2) визначаються за допомогою коефіцієнтів. [16]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$L_p = L_p^h \times K_1 \times K_2 \times K_3 \quad (2.1)$$

$$L_1 = L_1^h \times K_1 \times K_3 \quad (2.2)$$

$$L_2 = L_2^h \times K_1 \times K_3 \quad (2.3)$$

де K_1 - коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації;

K_2 - коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу;

K_3 - коефіцієнт, що враховує кліматичний район;

L_p^h - нормативний ресурсний пробіг, км;

$L_1^h; L_2^h$ - нормативна періодичність відповідно ТО - I і ТО-2, км; [16]

$$L_p = L_p^h \times K_1 \times K_2 \times K_3 = 150000 \times 0,8 \times 1 \times 1 = 120000 \text{ км}$$

$$L_1 = L_1^h \times K_1 \times K_3 = 5000 \times 1 \times 0,9 = 4500 \text{ км}$$

$$L_2 = L_2^h \times K_1 \times K_3 = 20000 \times 1 \times 0,9 = 18000 \text{ км}$$

Нормативний розрахунковий пробіг до капітального ремонту визначається як нормативний ресурсний пробіг. Згідно з нормативами періодичності ТО мають бути кратні між собою, а ресурсний пробіг кратний періодичності ТО. При коригуванні ця кратність може бути порушена. Тому, для подальших розрахунків, необхідно скоректувати нормативний ресурсний пробіг і періодичності між собою і з середньодобовим пробігом. Відхилення, що допускається, від нормативів періодичності ТО складає $\pm 10\%$. [16]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих пристроїв для діагностики і ремонт ГБО

Регулювання двоступінчастого газового редуктора низького тиску здійснюється з використанням стенда К-278 [17]

При тиску газу або стисненого повітря від 0,22 до 1,2 МПа на вході в редуктор низького тиску в порожнині першого ступеня РНТ величина тиску повинна сягати 0,18...0,20 МПа. При створенні розрідження в розвантажувальному пристрої в межах 0,7...0,8 кПа тиск газу після другого ступеня регулюється до значення 0,05...0,10 кПа за допомогою п'езоманометра. [17]

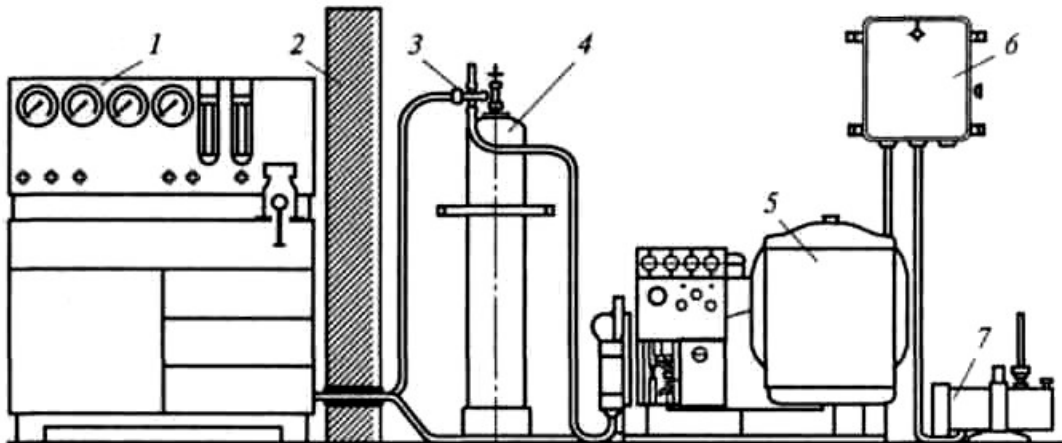


Рисунок 3.1 - Стенд К-278 для перевірки газової апаратури:

1 – приладова стійка; 2 – перегородка; 3 – хрестовина; 4 – ресивер;
5 – електрокомпресор КР-2; 6 – апаратурна шафа; 7 – вакуумний насос

Стенд перевірки ГБО і дегазації 27.4431010. [17]

З допомогою стенда можна проводити опресовку газової системи живлення і дегазацію балонів.

Тиск газу на виході редуктора тиску МПа (кгс/см²) - від 0,4 до 0,6 (від 4 до 6). Габаритні розміри, мм не більше:

- Довжина – 800; Ширина – 600; Висота – 1600;

Маса в зборі з балоном, кг не більше - 80

					КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

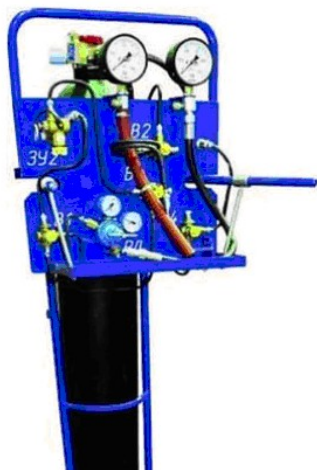


Рисунок 3.2 - Стенд перевірки ГБО і дегазації 27.4431010

Стенд для ремонту ГБО BST860[17]

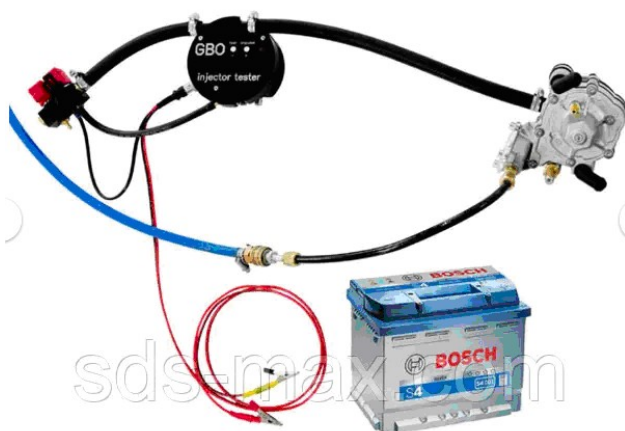


Рисунок 3.3 - Стенд для ремонту ГБО BST860

Користувальницькі характеристики:

Напруга живлення,	В 12
Діагностика продуктивності	так
Діагностика механіки двигуна	При купівлі дод. датчиків
Кількість вільних каналів осцилографа	4
Діапазон вимірювання струму форсунки, А	0 ... 10
Діагностика динамічних характеристик	так

Прилад дає змогу діагностувати та визначати параметри газових форсунок. Вбудований осцилограф дає змогу діагностувати електричні та механічні компоненти двигуна, які діагностикою OBD-2 не діагностуються. На цей момент основні труднощі під час настроювання ГБО виникають через розкидання параметрів газових форсунок і їх залипання. Визначити ці

моменти без використання спеціального обладнання неможливо. За допомогою стенда можна перевірити характеристики газових форсунок як безпосередньо на автомобілі, так і на столі. До складу приладу входять:

- імітатор імпульсів; вимірювальний блок; USB-осциллограф.

Прилад дає змогу виміряти такі параметри газових форсунок: [17]

- Затримка відкривання форсунки, мс; час підймання голки, мс; затримка закриття, мс; час опускання голки, мс; продуктивність щодо інших форсунок, %; продуктивність, л/хв; нестабільність, %; ток форсунки, А; графік залежно від часу відкриття форсунки; чудова діаграма параметрів форсунок. [17]

Стенд діагностики газових форсунок + осцилограф: [17]



Рисунок 3.4 - Стенд діагностики газових форсунок + осцилограф

GBO injector tester дозволяє діагностувати газові форсунки, наоаштовувати ГБО, вбудований осцилограф дозволить мати можливості по діагностиці електронних і механічних компонентів двигуна. [17]



Рисунок 3.5 – Склад GBO injector tester

Діагностичний автосканер SXC 1011 ідеальне рішення для сучасних автомайстерень та спеціалізованих автогазових СТО. Автосканер сумісний з автомобільними системами, що працюють за протоколом EOBD та OBD II.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3.2 Опис установки для перевірки герметичності системи живлення

При перевірці герметичності системи живлення від балона високого тиску стислий інертний газ з балона (1) подається в редуктор (3), де тиск його знижується до 1,6 МПа. З редуктора газ через штуцер (6) поступає в систему живлення автомобіля. Після заповнення системи газом вентиль (4) установки закривають і перевіряють герметичність по зразковому манометру (5). Падіння тиску вказує на негерметичність газової системи автомобіля. Місця витоків визначають пінотворним розчином. Після усунення витоків перевірку герметичності повторюють. Газова система вважається герметичною, якщо падіння тиску за 15 хв. не перевищує 0,01-0,15 МПа. [17]

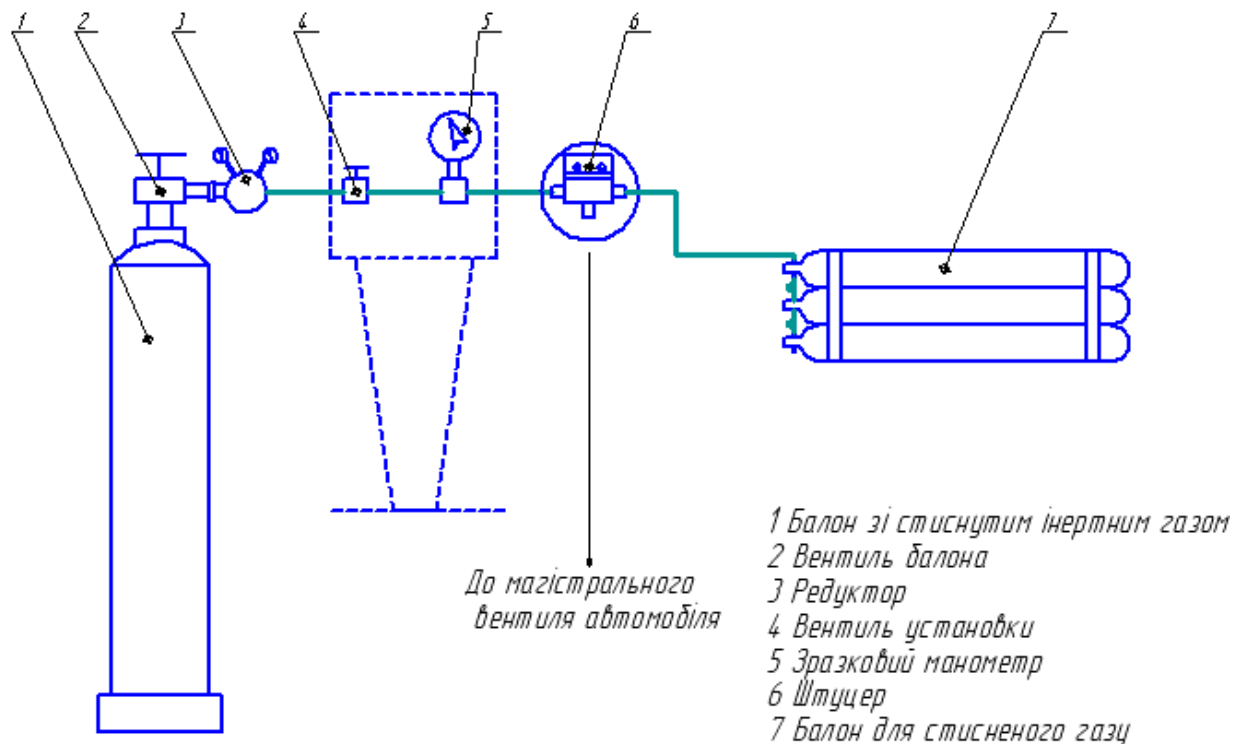


Рисунок 3.6 - Схема установки для перевірки герметичності системи живлення газобалонного автомобіля :

Внутрішню герметичність перевіряють у витратних і магістрального вентилів. Пропуск газу в систему живлення через ці вентиля. тили, коли вони знаходяться в закритому положенні, контролюють по свідченню манометра.

3.3 Розрахунок шліцьового з'єднання

1. Середній діаметр шліцьового з'єднання: [5 с.56]

$$d_{cp} = 0,5(D+d) \quad (3.1)$$

$$d_{cp} = 0,5 \cdot (65+56) = 60,5 \text{ мм}$$

2. Робоча висота шліців:

$$h(p) = 0,5(D-d) - f_b - f_c \quad (3.2)$$

$$h(p) = 0,5 \cdot (65-56) - 0,5 - 0,5 = 3,5 \text{ мм}$$

3. Висота шліца:

$$h = r / 0,1 \quad (3.3)$$

$$h = 0,5 / 0,1 = 5 \text{ мм}$$

4. Удільний сумарний статичний момент площі робочих поверхонь з'єднання відносно вала: [5 с.58]

$$S_F = 0,5 d_{cp} h z \quad (3.4)$$

$$S_F = 0,5 \cdot 60,5 \cdot 3,5 \cdot 16 = 1694 \text{ мм}^2$$

5. Середній тиск зминання:

$$\sigma_{зм.ср} = \frac{M_{j \max} 10^3}{S_F l} \quad (3.5)$$

$$\sigma_{зм.ср} = \frac{5375 \cdot 10^3}{1694 \cdot 90} = 35 \text{ МПа}$$

6. Максимальний тиск зминання:

$$\sigma_{зм.маx} = \sigma_{зм.ср} K_z K_{пр} K_{п} \quad (3.6)$$

$$\sigma_{зм.маx} = 35 \cdot 1 \cdot 1,912 \cdot 1,15 = 76,95 \text{ МПа}$$

де $K_{пр} = 1 + 2 \cdot (0,004 l + 0,05 l^2 / D^2) = 1 + 2 \cdot (0,004 \cdot 90 + 0,05 \cdot 90^2 / 65^2) = 1,192$

$l = 90$ мм робоча довжина з'єднання.

7. Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_{см.маx}} \quad (3.7)$$

$$n = \frac{670}{76,95} = 8,7$$

де $\sigma_T = 670$ МПа межа текучості для закаляної сталі 35. [5 с.63]

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Приведення програми проектного завдання до одного представника

Якщо за проектом програма передбачає випуск кількох виробів, її слід привести до одного представника, який має найбільшу питому вагу в обсязі цієї програми. Приведення виконують за формулою

$$N_{PP} = N + \frac{t}{t_1} \cdot N_1 + \frac{t}{t_2} \cdot N_2 + \dots + \frac{t}{t_n} \cdot N_n \quad (4.1)$$

де N – виріб (автомобіль, агрегат, який має найбільшу питому вагу);

$N_1 \dots n$ - кількість автомобілів, агрегатів інших моделей, які ремонту-ються на даному заводі;

t - трудомісткість капітального ремонту виробу, який має найбільшу питому вагу в обсязі виробництва;

t_1, t_2, \dots, t_n - трудомісткість капітального ремонту виробів відповідно N_1, N_2, \dots, N_n . Так як програма передбачає випуск одного виробу та привівши до одного представника, який має найбільшу питому вагу в обсязі цієї програми, приймаємо її 2000 одиниць в рік.

4.2 Розрахунок випуску продукції в грошовому виразі

Випуск товарної продукції визначають в діючих цінах.

Сума товарної продукції:

$$Стп = N \cdot Ц, \quad (4.2)$$

де N - кількість виробів за проектним завданням або приведених до одного представника;

$Ц$ — ціна одиниці продукції за діючими цінами, рівна 210 грн.

Таким чином, отримали

$$Стп = 2000 \cdot 210 = 420000 \text{ грн.}$$

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4.3 Розрахунок вартості промислово-виробничих основних фондів

1. Вартість промислово-виробничих основних фондів складається із вартості: 1) будівель; 2) технологічного устаткування і устаткування допоміжних цехів; 3) інструменту і пристроїв; 4) господарського інвентарю; 5) робіт з благоустрою.

Вартість будівель

$$СБ = F \cdot h \cdot Сб, \quad (4.3)$$

де F - площа будівель, розрахованих за планом, рівна 56 м²;

h - висота будівлі за нормою, встановленою Держбудом (середня висота будівель авторемонтних заводів приймається в межах 6-12 м, включаючи перекриття);

Сб - середня тарифна вартість 1м³ будівельно-монтажних робіт (за укрупненими нормами Держбуду складає 10000 грн.).

$$СБ = 56 \cdot 6 \cdot 10000 = 3360000 \text{ грн.}$$

2. Вартість обладнання:

$$Soб = (0,75 \dots 1,25) \cdot СБ, \quad Soб = 1,0 \cdot 3360000 = 3360000 \text{ грн.}$$

3. Вартість інструменту і пристроїв:

$$Siн = (0,08 \dots 0,12) \cdot СБ, \quad Siн = 0,1 \cdot 3360000 = 336000 \text{ грн.}$$

4. Вартість господарського інвентарю:

$$Sгi = (0,01 \dots 0,02) \cdot СБ, \quad Sгi = 0,015 \cdot 3360000 = 50400 \text{ грн.}$$

5. Вартість робіт з благоустрою:

$$Spб = (0,1 \dots 0,2) \cdot СБ, \quad Spб = 0,15 \cdot 3360000 = 504000 \text{ грн.}$$

6. Вартість промислово-виробничих основних фондів:

$$Soф = СБ \cdot Soб \cdot Siн \cdot Sгi \cdot Spб$$

$$Soф = 3360000 + 3360000 + 336000 + 50400 + 504000 = 7610400 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок чисельності промислово-виробничого персоналу

1. Чисельність робітників-відрядників основного виробництва обчислюють за формулою

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$P_{p.v.} = \frac{N \cdot t}{T_{\phi p} \cdot \gamma}, \quad (4.4)$$

де t - трудомісткість одиниці капітального ремонту виробу, рівна 1,93 люд.-год.;

$T_{\phi p}$ - дійсний річний фонд часу одного робітника, рівний 1954,9 год.;

γ - коефіцієнт, який враховує перевиконання норм робітників-відрядників, до 1,25 (до 2,5).

Таким чином, отримали $P_{p.v.} = (2000 \cdot 1,93) / (1954,9 \cdot 1,25)$

$P_{p.v.} = 1,66$ чол.

Приймаємо 2 чоловіка.

2. Чисельність допоміжних робітників (робітники інструментального і ремонтно-механічного цехів, транспортувальники, прибиральники виробничих приміщень, комірники, мастильники, шорники і т. п.), чол.:

$$P_d = P_{p.v.} \cdot b, \quad (4.5)$$

де b - коефіцієнт, який враховує кількість допоміжних робітників відрядників (при чисельності відрядників до 100 чол. $b = 0,35$; 101...500 - 0,30; 501... 1000 - 0,28; 1001...2000 - 0,25; більше 2000 чол. $b = 0,23$).

$$P_d = 1,66 \cdot 0,35 = 0,58 \text{ чол.}$$

Приймаємо 1 чоловіка

3. Чисельність всіх робітників.

$$P_p = P_{p.v.} + P_d = 2 + 1 = 3.$$

4. Чисельність робітників інших категорій залежить від співвідношень, які встановилися на підприємстві. Відповідно до потреб підприємства чисельність керівників, службовців $P_{k.c.}$ та інших категорій працюючих $P_{i.k.}$:

$$P_{i.k.} = P_{mop.} + P_{yч.} = 0,09 \cdot P_{p.v.} = 0,09 \cdot 1,66 = 0,15 \text{ чол.};$$

$$P_{k.c.} = 0,25 \cdot P_{p.v.} = 0,25 \cdot 1,66 = 0,415 \text{ чол.}$$

де $P_{mop.}$ - молодший обслуговуючий персонал; $P_{yч.}$ - учні. Чисельність робітників інших категорій приймаємо 0 чоловік, так як до 0,5.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Загальна чисельність промислово-виробничого персоналу, чол.

$$P_{п.вп.} = P_{р.} + P_{і.к.} + P_{к.с} = 3 + 0 + 0 = 3 \text{ чол.}$$

4.5 Розрахунок фонду оплати праці

Річний фонд основної заробітної плати відрядників, розраховується за формулою

$$Z_o = t + N + \text{цср}, \quad (4.6)$$

де цср — погодинна тарифна ставка середнього розряду робіт, грн.

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i \cdot t_i}{\left(\sum_{i=1}^n t_i \right)}, \quad (4.7)$$

де φ_i - погодинна тарифна ставка i -ої групи робітників, що відповідає конкретним умовам оплати праці, грн.;

t_i - трудомісткість робіт, які оплачуються за i -ю тарифною ставкою, при конкретних умовах праці, год. ($i = 1$);

n - кількість груп робітників, розподілених за розрядами і умовами оплати праці;

Таблиця 4.1 - Відношення тарифних ставок робітників всіх розрядів до тарифної ставки робітників I розряду на промислових підприємствах*

Розряд	Тарифний коефіцієнт відносно I розряду, Кт
I	1,0
II	1,086
III	1,19
IV	1,345
V	1,534
VI	1,8

Примітка. Тарифна ставка 1 -го розряду визначається з виразу:

$$\varphi_1 = \frac{3}{172,5}, \quad (4.8)$$

де φ_1 - тарифна ставка 1-го розряду;

Z_m - мінімальна місячна заробітна плата, грн.;

172,5 - місячний баланс робочого часу, годин.

Таким чином, ми використали методика нарахувань підприємства з розрахунку на виконавця 4-го розряду по складності робіт, приймаємо існуючі нарахування.

Середня щомісячна заробітна плата працівників на підприємстві:

$$Z_{cp.} = \Phi ЗП / 12 \cdot P_{всп} = 112089,55 / 45 \cdot 3 = 8113,6 \text{ грн./чол.,}$$

де $P_{всп}$ - загальна чисельність працівників.

4.6 Собівартість

1. Собівартість одиниці виробу визначає результат всієї виробничо-господарської діяльності підприємства. Калькуляція собівартості здійснюється за формулою:

$$C = S_m + S_{e.v.} + S_N + S_{c.c.} + S_{Ц.N.} + S_{y.o.N} + S_{o.v.N} + S_{з.з.N} + S_{i.v.N} + S_{п.v.N} + S_{зайнят.}, \quad (4.9)$$

де S_m , $S_{e.v.}$ - вартість відповідно матеріалів, запасних частин, технологічного пального, виробничої електроенергії, грн.;

Єдиний соціальний внесок 22%

$$S_{зайнят.} = 0,015 \cdot S_N = 0,015 \cdot 15,4 = 0,231 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.2 - Норми витрат матеріалів, запасних частин, технологічного пального виробничої електроенергії ремонт

Річна програма	Запасні частини	Матеріали	Технологічне пальне	Виробнича електроенергія
IV. Агрегати (комплект)				
До 3 000	10-75	3-4	0,3-0,4	0,3-0,5
Більше 3 000	5-70	3-4	0,3-0,4	0,3-0,5

Отримавши всі необхідні значення підставляємо у основну формулу

$$C=10,5+1,2+15,4+78,75+11,44+14,68+3,09+10,82+1,7+0,077+0,231=147,8$$

8 грн.

2. Прибуток на одиницю проектного виробу визначається як різниця між діючою ціною і собівартістю:

$$P = Ц - C = 210 - 147,88 = 62,12 \text{ грн.},$$

де Ц- діюча ціна, в грн.

Витрати на гривню товарної продукції розраховується діленням вартості одиниці виробу на діючу продажну ціну:

$$S_{\text{витр.}} = \frac{C}{Ц} = \frac{147,88}{210} = 0,704$$

Річний прибуток:

$$П_{\text{р.}} = П \cdot \left(N - \frac{N}{365} \cdot 8 \right) = 62,12 \cdot \left(2000 - \frac{2000}{365} \cdot 8 \right) = 121516,93 \text{ грн.}$$

де 8 — норматив на реалізовану продукцію.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз умов праці робітників виробничої зони, техніка безпеки та охорона праці. Пожежна безпека.

Для забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов враховується категорія робіт, що виконуються у виробничій зоні (роботи середньої тяжкості, оскільки енерговитрати становлять від 172 до 293 Дж/с). [19, с. 45]

Таблиця 5.1 - Показники мікроклімату в ремонтній зоні

Параметри мікроклімату					
Температура повітря, С°		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря м/с	
фактична	допустима	фактична	допустима	фактична	допустима
19,5	17-23	36,4	15-75	0,11	0,1-0,3

Нормативні значення параметрів мікроклімату взяті виходячи з санітарних норм за тепловиділеннями і категорією робіт (роботи середньої тяжкості).

Таблиця 5.2 - Виміряні показники освітленості у зоні ТО

Освітленість		Коефіцієнт природного освітлення		Коефіцієнт пульсації		Засліпленість		Яскравість	
Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт	Норма	Факт
200	206	1	1	20	6,6	0,3	відсут.	Пм 35	47

Таблиця 5.3 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Речовина	Гранично допустима концентрація, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Мінеральні оливи	5,0		А
Бензин	300,0		А
Окис вуглецю	20	4	П

Примітка: П - пароподібний стан, А - аерозолі.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Для запобігання попаданню в повітря виробничої зони вихлопних газів автомобілів, передбачається шлангове відсмоктування відпрацьованих газів. Проте, частина відпрацьованих газів потрапляє в повітря (близько 10%). Для дотримання нормативів також використовується місцевий відсмоктувач і загальнообмінна витяжна вентиляція. У теплу пору року можливе провітрювання приміщення. Робота на автомобілі здійснюється з непрацюючим двигуном. Джерелом шуму є двигуни внутрішнього згорання, компресорний пристрій, гідравлічні підіймачі. Допустимі норми звукового тиску повинні відповідати. Загальні вимоги безпеки". Допустимий рівень звукового тиску не повинен перевищувати 80 дБ з середньгеометричною частотою 1000 Гц.. Загальні вимоги безпеки". Так при технічному обслуговуванні потрібне використання пневматичного і електричного ручного інструменту, при цьому вібрація передається через руків'я на руки робітника, на всіх інструментах є віброгасячі пристрої. [19, с. 45]

Методи і засоби боротьби з шумом підрозділяються на:

- методи зниження шуму в джерелі його утворення (досягається шляхом конструктивної зміни джерела);

- методи зниження шуму на шляху його поширення (досягається ізоляцією джерел шуму або приміщень від шуму), застосуванням засобів індивідуального захисту від шуму. Аналіз виробничого травматизму на автотранспортних підприємствах показав, що найбільше число травм відбувається при знятті і постановці коліс автомобіля, маточин з барабанами, карданних валів, коробок передач, редукторів і ресор. При виконанні цих робіт необхідно користуватися спеціальними пристосуваннями. Найбільшу небезпеку можуть представляти роботи що проводяться з використанням гідравлічних підіймачів для виключення випадків травматизму розроблені відповідні інструкції. Стаціонарне обладнання повинне встановлюватися на фундаменти і надійно кріпитися болтами. Небезпечні місця повинні захищатися. Рухомі частини обладнання повинні мати надійні і справні обгороджування або мають бути забезпечені іншими засобами захисту, що

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

забезпечують безпеку робіт. Робочі місця у ремонтній зоні повинні міститися в чистоті, всі інструменти повинні зберігатися в інструментальному ящику. В кінці кожної зміни проводиться прибирання силами технічних працівників, використовуються технічні рідини, вживані в процесі роботи, і які зберігаються в спеціальній тарі, матеріали відпрацьовані в процесі роботи складаються в спеціальному місці і у міру накопичення вивозяться. Число шаф для одягу визначається кількістю працівників зони. На підприємстві широко застосовується пневматичний інструмент, для забезпечення його роботи використовується поршневий компресор об'ємом 500 л. При роботі у зоні з електроприладами, необхідно пам'ятати про техніку безпеки. Робота з електродрилем і іншими електричними інструментами при робочій напрузі більше 42В допускається тільки при подвійній ізоляції струмопровідного дроту, в гумових рукавичках і калошах, або стоячи на ізольованій поверхні. Все стаціонарне обладнання заземлено. Для захисту людей від ураження електричним струмом, проектом передбачені "Електробезпека. Захисне заземлення, занулення", "Ручні інструменти для робіт під напругою до 1000В змінного струму. Загальні вимоги і методи випробувань": [19, с. 52]

- на усіх стаціонарних електропристроях застосовується захисне заземлення;

- для автоматичного відключення електропристроїв при виникненні в них небезпеки ураження електричним струмом застосовується захисне відключення;

- в переносному електрообладнанні (світильники, ручний електродріль), щоб зменшити небезпеку ураження електричним струмом, застосовується подвійна ізоляція;

- використовуються світильники малої напруги (36 В). [19, с. 48]

Шини і дроти захисного заземлення (занулення) мають бути доступними для огляду і забарвлені в чорний колір. В усіх захисних пристроях встановлюються запобіжники, які обов'язково калібруються. Несправності, що можуть викликати іскріння, коротке замикання, нагрівання дротів і тому

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

подібне, а також провисання електропроводів, зіткнення їх між собою або з елементами будівлі і різними предметами, повинні негайно усуватися. Обладнання встановлюється так, щоб на електродвигун не потрапляли стружка, вода, олива, емульсія і тому подібне. [19, с. 59]

У ремонтній зоні використовуються легкозаймисті продукти згорання, пожежо-небезпечні речовини і матеріали. Приміщення цієї зони класифікуються за вибуховою, вибухо-пожежною і пожежною небезпекою. У ремонтній зоні не дозволяється зберігати порожню тару з-під палива і мастильних матеріалів. Після закінчення робіт проводиться ретельне прибирання, розлиту оливу і бензин прибирають за допомогою піску, збираються використані обтиральні матеріали, складаються в металічні ящики, а після роботи виносяться в безпечне в пожежному відношенні місце. Проектом передбачено використання вогнегасників і інших засобів пожежогасіння, а також плану евакуації при пожежі. У зоні використовуються вогнегасники: хімічний пінний, вуглекислотні вогнегасники, оскільки у зоні є легкозаймисті речовини. Також в зоні ТО встановлений пожежний щит з піском і необхідним інвентарем.

При експлуатації електропристроїв забороняється:

- використовувати несправні прилади;
- користуватися пошкодженими розетками;
- користуватися електронагрівними приладами без підставок, виготовлених з негорючих матеріалів. [19, с. 59]

5.2 Розрахунок заземлення дільниці

Для розрахунку заземлення дільниці використовуємо наступні вихідні дані:

1. Захищувальний об'єкт – обладнання відділення.
2. Захищувальний об'єкт – стаціонарний.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ПУЕ — до класу В-I; за ступенем ураження електричним струмом — без підвищеної та особливої небезпеки.

2. Визначаємо R_d — допустиме (нормативне) значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої; $R_d = 4 \text{ Ом}$. [20, с. 63]

3. Визначаємо $R_{св}$ — приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується для розрахунку. За даними [2] табл. 2 приймаємо:

$$\rho_{\text{табл}} = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

4. Визначаємо $R_{св}$ — коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів для даної кліматичної зони II приймаємо $R_{св} = 1,5$.

5. Визначаємо значення $R_{сг}$ коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з зоною приймаємо $R_{сг} = 3,5$.

6. Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів. [20, с. 63]

$$\rho_{\text{роз.в}} = \rho_{\text{табл.}} K_{с.в.}, \quad (5.1)$$

$$\rho_{\text{роз.в}} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$$

7. Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів.

$$\rho_{\text{роз.г.}} = \rho_{\text{табл.}} K_{с.г.} \quad (5.2)$$

$$\rho_{\text{роз.г.}} = 100 \cdot 3,5 = 350 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$$

8. Визначаємо відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

$$t = h_B + \frac{l_B}{2} \quad (5.3)$$

$$t = 0,7 + \frac{2,5}{2} = 1,95 \text{ (м)}$$

9. Визначаємо опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі:

$$R_B = \frac{\rho_{\text{роз.в}}}{2\pi l_B} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right), \quad (5.4)$$

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$R_B = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,04} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) = 49,5 \text{ (Ом)}$$

10. Визначаємо теоретичну кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання. Тобто $n_{В.В.} = 1$.

$$n_{ТВ} = \frac{R_B}{R_D \cdot n_{ВВ}}, \quad (5.5)$$

$$n_{ТВ} = \frac{49,5}{4 \cdot 1} = 12 \text{ (шт.)}$$

11. Визначаємо коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно з вихідними даними при числі заземлювачів $n_{ТВ} = 12$ та при відношенні $\frac{L_B}{l_B} = 1$ [2] табл. 7.5 приймаємо: $n_{ВВ} = 0,6$. [20, с. 63]

12. Визначаємо необхідну кількість вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання:

$$n_{НВ} = \frac{R_B}{R_D \cdot n_{ВВ}}, \quad (5.6)$$

$$n_{НВ} = \frac{49,5}{4 \cdot 0,6} = 20 \text{ (шт.)}$$

13. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму у вертикальних заземлювачах при $n_{НВ} = 20$ шт. без врахування з'єднувальної стрічки:

$$R_{роз.в} = \frac{R_B}{n_{Н.В.} \cdot n_{ВВ}}, \quad (5.7)$$

$$R_{роз.в} = \frac{49,5}{20 \cdot 0,6} = 4 \text{ (Ом)}$$

1. Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки — горизонтального заземлювача:

$$L_{З.С} = 1,05 \cdot L_B (n_{Н.В.} - 1), \quad (5.8)$$

$$L_{З.С} = 1,05 \cdot 2,5 \cdot (20 - 1) = 50 \text{ (м)}$$

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

2. Визначаємо опір розтіканню струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці):

$$R_{Г.З.С} = \frac{\rho_{роз.г.}}{2\pi \cdot L_{З.С.}} \ln \frac{L_{З.С.}^2}{d \cdot t}, \quad (5.9)$$

$$R_{Г.З.С} = \frac{350}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} \cdot \ln \frac{50^2}{0,04 \cdot 0,7} = 12,3 \text{ (Ом)}$$

Приймаємо $R_{Г.З.С.} = 12 \text{ Ом}$.

3. Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального заземлювача при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними даними при відношенні $\frac{L_B}{l_B} = 1$ та необхідній кількості вертикальних заземлювачів $n_{нв} = 20$. За [2] табл. 7.6 приймаємо $n_{в.г} = 0,42$.

4. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці) при числі електродів $n_{г}=1$:

$$R_{роз.г} = \frac{R_{Г.З.С}}{n_{г} \cdot n_{в.г}}, \quad (5.10)$$

$$R_{роз.г} = \frac{12}{1 \cdot 0,42} = 29 \text{ (Ом)}$$

5. Визначаємо розрахунковий теоретичний опір розтіканню струму в горизонтальному та вертикальних заземлювачах: [20, с. 99]

$$R_{роз.в.г} = \frac{1}{\frac{1}{R_{роз.в.}} + \frac{1}{R_{роз.г}}}, \quad (5.11)$$

$$R_{роз.в.г} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{29}} = 3,6 \text{ (Ом)} \leq R_d = 4 \text{ (Ом)}$$

ВИСНОВКИ

При написанні дипломного проекту на тему: «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту газобалонного обладнання двигуна автомобіля Volkswagen Bora II в умовах ФОП Савчак Марко Олегович» описано характеристику автомобіля Volkswagen Bora II, характеристика двигунів автомобілів Volkswagen Bora II та загальні відомості про автомобілі працюючі на зрідженому газі.

Побудовано структуру технічного обслуговування системи живлення двигунів з газобалонними установками, ремонт системи живлення двигунів з газобалонними установками.

Описано характеристики балонів для зрідженого газу та технологічний процес переобладнання автомобілів, планові ТО-1 і ТО-2.

Здійснено порівняння справності газової апаратури і справності автомобіля, технічне планування дільниці по діагностуванні газової апаратури. Розраховано періодичність технічного обслуговування і ремонту системи живлення газобалонного автомобіля.

В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючих пристроїв для перевірки герметичності системи живлення газобалонного автомобіля та опис установки для перевірки герметичності системи живлення. Розраховане шліцьове з'єднання.

В економічному розділі здійснено розрахунки економічної ефективності проекту. В п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та здійснено відповідний розрахунок.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заверуха Р.Р., Котик М.І., Хіта Ю.І. Методичні рекомендації до підготовки і оформлення кваліфікаційної роботи (для здобувачів фахової передвищої освіти за освітньо-професійною програмою «Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем автомобілів» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», галузі знань 14 «Електрична інженерія»). Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 48 с.
2. Поберезний І.Т. Короткий автомобільний довідник. Київ: Транспорт, 2015. 220 с.
3. Романенко В.І. Технічні умови на капітальний ремонт автомобілів. Київ: Транспорт, 2017. 520с.
4. Маслов Н.Н. Якість ремонту автомобілів. Київ: Транспорт, 2015. 516с.
5. Румянцева С.Н. Ремонт автомобілів. Київ: Транспорт, 2021. 462с.
6. Ліпкінд А.Г. Ремонт автомобілів. Київ: Транспорт, 2018. 328с.
7. Клебанов Б.В. Ремонт автомобілів. Київ: Транспорт, 2018. 328с.
8. Ткачук К.Н. Безпечність праці в промисловості. Довідник. Київ: Техніка, 2022. 231с.
9. Системи впрыску палива URL: <http://www.autopropect.ua/vw/3-1-10-sistema-vpryska-topлива-cfi.html> (дата звернення 8.05.2026).
10. Газобалонне обладнання URL: <http://www.autopropect.ua/vw/3-1-9-2-sistema-vpryska-topлива-ke-jetronic.html> (дата звернення 18.05.2026).
11. Компоненти системи впрыску та газобалонного обладнання URL: http://automn.ua/vw/autocategory-906-10.m_id-895.html (дата звернення 28.05.2026).
12. Діагностика системи газобалонного обладнання URL: <https://avtoto.com.ua/dvigatel/sistema-vpryska/na-ford/escort-vii-gal-aal-abl/> (дата звернення 3.05.2026).

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

13. Технічне обслуговування системи впрыску палива URL: <https://avtoto.com.ua/dvigatel/sistema-vpryska/na-ford/escort-iv-universal-awf-avf/> (дата звернення 13.05.2026).
14. Датчики системи впрыску газобалонного обладнання URL: <https://mototeam.com.ua/ru/auto-catalog/ford-escort/regulyator-davleniya-topлива/1> (дата звернення 23.05.2026).
15. Технологічний процес ремонту газобалонного обладнання URL: <https://autoblok.com.ua/ua/catalog/escort/raspylitel-forsunki/1/> (дата звернення 29.05.2026).
16. Технологічний процес діагностування паливної системи URL: <https://autoblok.com.ua/ua/catalog/escort/raspylitel-forsunki/1/> (дата звернення 5.06.2026).
17. Модуль керування газобалонної системи впрыску URL: <https://automn.jimdofree.com/ford-escort-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4-%D1%8D%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82/> (дата звернення 9.06.2026).
18. Пасічник В.В. Економіка і організація виробництва. Київ: Каравелла, 2018. 288с.
19. Кучерявий В. П. Охорона праці. Львів: Оріяна - Нова, 2019. 360с.
20. Чернявська В.О. Основи безпечної праці. Київ: ТОВ «ПРОПАПР», 2023. 345с.

					<i>КРФМБ.425.10.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62