

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

Відділення транспорту та інженерної механіки

(повна назва відділення)

Циклова комісія автомобільного транспорту

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного
обслуговування і ремонту системи керування двигуном
автомобіля Renault Logan

Виконав студент: II курсу, групи АТб-605

напряму підготовки (спеціальності)

274 Автомобільний транспорт

Автомобільний транспорт

(освітньо-професійна програма)

Гайдук В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дутка Я.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

Відділення транспорт та інженерної механіки
Циклова комісія автомобільного транспорту
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Кваліфікація: бакалавр з автомобільного транспорту
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма: Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
автомобільного транспорту
_____ Микола ВЕНГЕР
«25» квітня 2025 року

З А В Д А Н Н Я № 05

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ГРУПА АТ6-605

_____ Гайдука Віталія Володимировича _____

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи керування двигуном автомобіля Renault Logan.

Керівник проекту: інженер з гарантійного обслуговування ТОВ «Кристал Моторс» Дутка Я.Д.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 22.04.2025р. №4/9-199.

2. Строк подання студентом проекту: «23» червня 2025 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики системи керування двигуном автомобіля Renault Logan. Типові ознаки несправності системи керування двигуном автомобіля Renault Logan. ТП діагностики та ТО системи керування двигуном автомобіля Renault Logan. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

1. План дільниці діагностики (ф.-А1).

2. Система, підсистема впрыску і електронного керування ДВЗ (ф.-А1).

3. Форсунка електромагнітна (СК). Пристосування для складання форсунки (СК) (разом ф.-А1).
4. Стенд для ультразвукової очистки і діагностики форсунок (СК)(ф.-А1).
5. Компоновка електронного приводу керування (ф.-А1).
6. Значення діагностичних параметрів, логістична матриця, загальна схема СК ДВЗ та осцилограма роботи датчика (ф.-А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека життєдіяльності			

7. Дата видачі завдання «25» квітня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	02.05.2025	
2.	Технологічний розділ	14.05.2025	
3.	Конструкторський розділ	23.05.2025	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	06.06.2025	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2025	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	23.06.2025	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Віталій ГАЙДУК
(ім'я та прізвище)

Яків ДУТКА
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Гайдук В.В. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи керування двигуном автомобіля Reno Logan: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 70с.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи керування двигуном легкового автомобіля.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі принципу роботи комплексної системи керування двигуном автомобіля, функціонування системи керування двигуном. Охарактеризована перевірка системи впорску та тиску в паливній системі, перевірка продуктивності паливного насоса та перевірка форсунок. Подано технічне обслуговування системи впорску палива, аналіз використання обладнання для діагностики електронних систем керування бензиновими двигунами та розробка технологічного процесу проведення робіт на дільниці. Вибрано спосіб ремонту електромагнітної форсунки, схему технологічного процесу ремонту форсунок, план технологічних операцій та зміст операцій переходу. Здійснено аналіз існуючих пристроїв для перевірки комплексних систем керування двигуном, аналіз пристосування для запресовки фільтра форсунки. Описано будову і принцип роботи стенду для ультразвукової очистки і діагностики форсунок та виконувані на ньому операції та розраховано параметри електричного живлення пристрою. Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; оформлено графічну частину роботи.

Ключові слова: системи керування двигуном, технологічний процес ремонту системи керування двигуном, операція, ремонт системи керування двигуном, електротехнічна дільниця, форма організації виробництва, технічне обслуговування керування двигуном, діагностика системи керування двигуном.

ANNOTATION

Gaiduk V.V. Improving the efficiency of the technological process of maintenance and repair of the engine of the car Reno Logan: qualification work for the bachelor's degree in the specialty 274 Motor Vehicle Transport. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2025. 70 p.

Qualification work is devoted to improving the efficiency of the technological process of maintenance and repair of the engine of the engine of the car.

To achieve this goal, the task of operation of a comprehensive car engine control system, the operation of the engine control system is solved. The inspection of the injection and pressure system in the fuel system, the check of the performance of the fuel pump and the check of the nozzles are characterized. Maintenance of fuel injection system, analysis of the use of equipment for the diagnosis of electronic control systems of gasoline engines and the development of a technological process of conducting work at the site. The method of repair of the electromagnetic nozzle, the scheme of the technological process of repair of the nozzles, the plan of technological operations and the content of transition operations were selected. Existing devices for checking complex engine control systems, analysis of the device for pressing the filter of the filter of the nozzle were carried out. The structure and principle of operation of the stand for ultrasonic cleaning and diagnostics of the nozzles and the operation performed on it are described and the parameters of electrical power supply of the device are calculated. The issues of labor protection and safety in emergency situations are considered; The graphic part of the work is designed.

Keywords: engine control systems, technological process of engine control system, operation, repair of engine control system, electrical station, form of production organization, engine maintenance, diagnostics of engine control system.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Опис та характеристика автомобіля Renault Logan II.....	8
1.2 Будова та характеристика системи пуску ДВЗ автомобіля Renault Logan II.....	8
1.3 Будова і принцип роботи комплексної системи керування двигуном автомобіля.....	10
1.4 Характеристика електротехнічної дільниці.....	13
1.5 Основні принципи побудови організаційної структури управління технічною службою.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Функціонування системи керування двигуном.....	15
2.2 Перевірка системи впорску та тиску в паливній системі.....	16
2.3 Перевірка продуктивності паливного насоса.....	17
2.4 Перевірка форсунок.....	18
2.5 Технічне обслуговування системи впорску палива.....	19
2.6 Аналіз використання обладнання для діагностики електронних систем керування бензиновими двигунами.....	21
2.7 Розробка технологічного процесу проведення робіт на дільниці...22	
2.8 Технологічний процес та вибір обладнання для промивки системи впорску. Призначення і характеристики.....	25
2.9 Вибір способу ремонту електромагнітної форсунки.....	29
2.10 Схема технологічного процесу ремонту форсунок.....	33
2.11 План технологічних операцій.....	34
2.12 Зміст операцій переходу.....	40

					<i>КРБ.605.05.00.00.000ПЗ</i>							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи керування двигуном автомобіля Reno Logan				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>	
<i>Розроб.</i>		Гайдук В.В.										
<i>Перевір.</i>		Дутка Я.Д.										
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>												
									<i>ВСП «ТФК ТНТУ»ЕА-424</i>			

2.13	Визначення трудомісткості робіт на ділянці.....	43
2.14	Підбір устаткування.....	44
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	45
3.1	Аналіз існуючих пристроїв для перевірки комплексних систем керування двигуном.....	45
3.1.1	Аналіз існуючих пристосувань та пристроїв для перевірки форсунок.....	48
3.2	Аналіз пристосування для запресовки фільтра форсунки.....	51
3.3	Будова і принцип роботи стенду для ультразвукової очистки і діагностики форсунок та виконувани на ньому операції.....	52
3.4	Розрахунок параметрів електричного живлення пристрою.....	56
3.5	Розрахункова частина конструкторського розділу.....	58
3.5.1	Вибір електродвигуна.....	58
3.5.2	Розрахунок діаметру кулачкового валу.....	58
3.5.3	Розрахунок вала на згин і кручення.....	59
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	61
4.1	Оцінка виникнення аварій і травм в процесі діагностування та ремонту бензинових двигунів з електронними системами керування.....	61
4.2	Основні вимоги пожежної безпеки.....	63
4.3	Техніка безпеки на ділянці та при експлуатації стенду.....	64
4.4	Розрахунок штучного освітлення.....	65
	ВИСНОВКИ.....	68
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69
	ДОДАТКИ	71

ВСТУП

Ремонт є комплексом операцій по відновленню справності або працездатності виробів і відновленню ресурсів виробів і їх складових частин. [5,ст.34]

В процесі експлуатації автомобіля його робочі властивості поступово погіршуються із-за зношування деталей, а також корозії і втоми матеріалу, з якого вони виготовлені. Необхідність і доцільність ремонту автомобілів обумовлені, передусім, нерівномічністю їх складових частин. Відомо, що створити рівномічний автомобіль, усі деталі якого б зношувалися рівномірно і мали б однаковий термін служби, неможливо. Тому в процесі експлуатації автомобілі проходять на автотранспортних підприємствах (АТП) періодичне ТО і при необхідності поточний ремонт (ПР), який здійснюється шляхом заміни окремих деталей і агрегатів. Це дозволяє підтримувати автомобілі в технічно справному стані. [5,ст.34]

При тривалій експлуатації автомобілі досягають такого стану, коли їх ремонт в умовах АТП стає технічно не можливим або економічно недоцільним. В цьому випадку вони направляються в централізований поточний або капітальний ремонт (КР) на авторемонтне підприємство (АРП). [5,ст.34]

Поточний ремонт повинен забезпечувати гарантовану працездатність автомобіля на пробігу до чергового планового ремонту, причому цей пробіг має бути не менше пробігу до чергового ТО-2. У разі виникнення відмов виконують непланові ПР, при яких замінюють або відновлюють деталі і складальні одиниці в об'ємі, визначуваному технічним станом автомобіля. Для збільшення ресурсу відремонтованої деталі, вузла або агрегату слід застосовувати незнеособлений метод ремонту, так, як зберігаючи свою приналежність до того або іншого об'єкту, зменшується знос деталей під час їх припрацювання. [5,ст.45]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис та характеристика автомобіля Renault Logan II



Рисунок 1.1 – Автомобіль Renault Logan II

В 2012 році на Паризькому автосалоні представлено друге покоління Logan. Проектування моделі Logan почалося в 1998 році. Проекту присвоїли внутрішньозаводське позначення X90. [9]

Планувалося створити компактний сімейний автомобіль зі стартовою ціною 3000 євро. При проектуванні, завдяки використанню комп'ютерного моделювання, не було створено жодного передсерійного зразка. Logan с кузовом «седан» (внутрішньозаводське позначення модифікації — L90) представлений публіці восени 2004 року. Тоді ж почалося його серійне виробництво в Румунії під маркою Dacia. [9]

1.2 Будова та характеристика системи пуску ДВЗ автомобіля Renault Logan II

Система пуску двигуна складається із стартерної акумуляторної батареї, стартера, або пускового пристрою із своїм стартером, комутаційної апаратури і засобів полегшення пуску. [10]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Стартер чи пусковий пристрій призначений для обертання колінчастого вала з певною (пусковою) частотою, за якої забезпечуються умови для запалювання й згоряння пального в циліндрах. У бензинових двигунах ця частота становить 40-50 хв"1, а в дизельних - 100-250 хв"1. [10]

Пускова частота бензинового двигуна повинна бути достатньою для підготовки паливоповітряної суміші, здатної запалитися від електричної іскри. При запуску холодного бензинового двигуна через низьку температуру пального, стінок впускного трубопроводу і малої швидкості руху в ньому повітряного потоку в сумішестворенні приймають участь лише легковипаровувані фракції бензину. Тому пускові властивості бензину оцінюють по температурі википання 10% фракцій. [10]

Блок-схема системи електростартерного пуску двигуна внутрішнього згоряння ДВЗ показана на рисунку. На цьому рисунку позначено: ВЗ - вмикач запалювання; АКБ - акумуляторна батарея; РС - реле стартера; ТР - тягове реле; ЕД -електродвигун стартера; Р1 - планетарний редуктор; МВХ - муфта вільного ходу; Р2 - основний понижувальний редуктор; ДВЗ -двигун внутрішнього згоряння. [10]

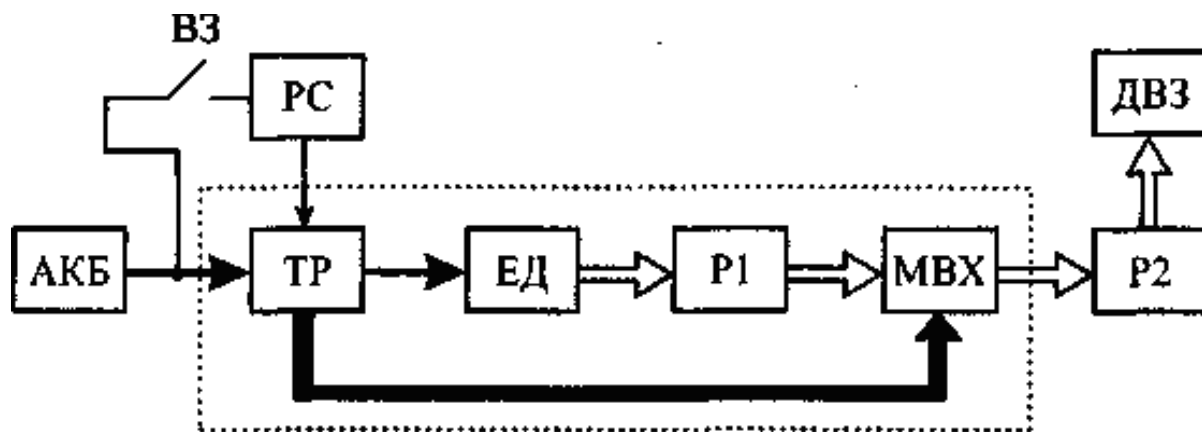


Рисунок 1.2 – Блок – схема системи електростартерного пуску ДВЗ

Електростартер:

Електростартер складається з чотирьох функціональних вузлів: електро-двигуна постійного струму ЕД, електромагнітного тягового реле ТР, додатко-

вого знижувального редуктора Р1 та муфти MBX вільного ходу зі шестірнею зачеплення. Ця шестірня разом з вінцевою шестірнею маховика колінчастого вала ДВЗ створює основний знижувальний редуктор Р2. [10]

1.3 Будова і принцип роботи комплексної системи керування двигуном автомобіля

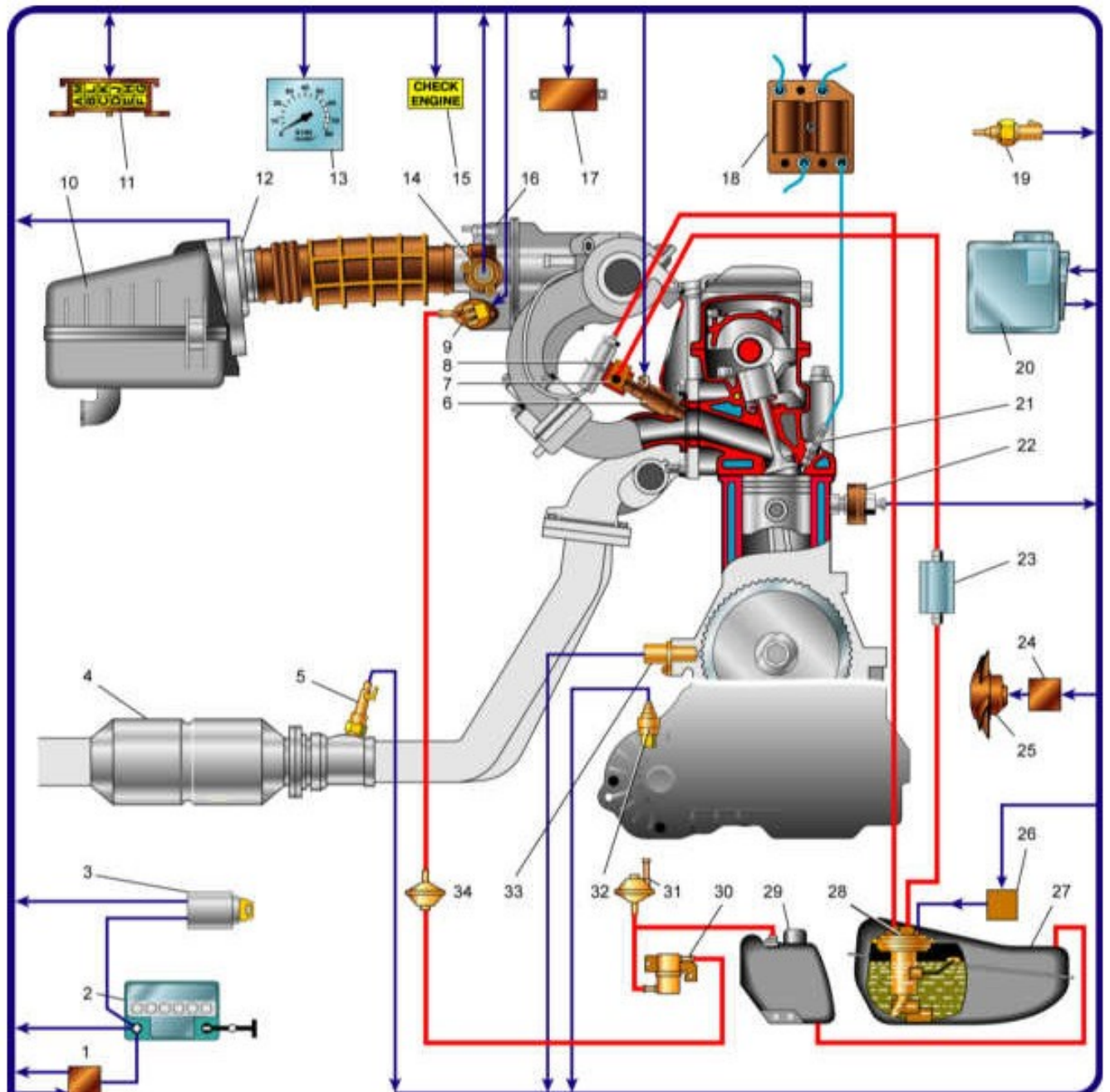


Рисунок 1.2 – Схема системи керування двигуном

1 – реле запалювання; 2 – акумуляторна батарея; 3 – вимикач запалювання; 4 – нейтралізатор; 5 – датчик концентрації кисню; 6 – форсунка; 7 – паливна рампа; 8 – регулятор тиску палива; 9 – регулятор холостого ходу; 10 – повітряний фільтр; 11 – колодка діагностики; 12 – датчик масового расходу повітря; 13 – тахометер; 14 – датчик положення дросельної заслонки; 15 – контрольна лампа «CHECK ENGINE»; 16 – дросельний вузол; 17 – блок керування іммобілайзером; 18 – модуль запалювання; 19 – датчик температури охолоджувальної рідини; 20 – контролер; 21 – свіча запалювання; 22 – датчик детонації; 23 – паливний фільтр; 24 – реле вмикання вентилятора; 25 – електровентилятор системи охолодження; 26 – реле вмикання електробензонасоса; 27 – паливний бак; 28 – електробензонасос з датчиком показів рівня палива; 29 – сепаратор парів бензина; 30 – гравітаційний клапан; 31 – запобіжний клапан; 32 – датчик швидкості; 33 – датчик положення колінчатого вала; 34 – двохходовий клапан.

Функцією системи подачі палива є забезпечення подачі необхідної кількості палива в двигун на всіх робочих режимах. Паливо подається в двигун форсунками, встановленими у впускному колекторі. [10]

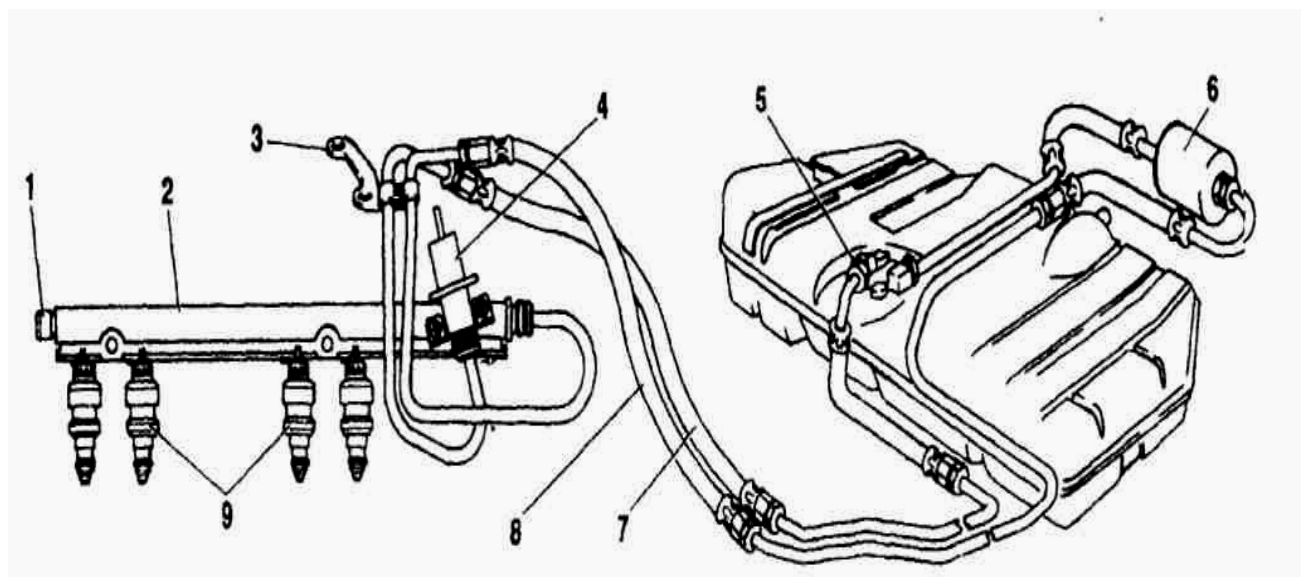


Рисунок 1.3 - Система подачі палива з розподіленим впорскуванням:

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 - штуцер для контролю тиску палива; 2- рампа форсунок;
3 – кронштейн кріплення паливних трубок; 4 – регулятор тиску палива;
5 – електро бензонасос; 6 – паливний фільтр; 7 – зливний трубопровід;
8 – трубопровід подачі; 9 – форсунки.

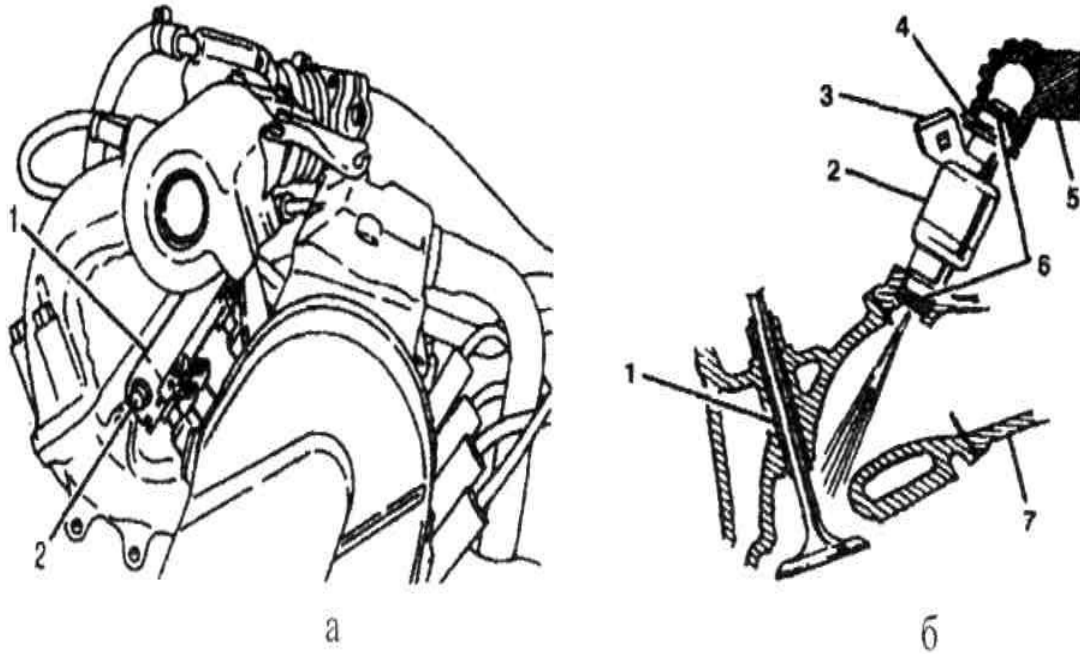


Рисунок 1.4 - Розміщення рампи форсунки (а):

1- рампа форсунок; 2 - штуцер для контролю тиску палива.

Установка паливної форсунки (б): 1- впускний клапан; 2 - форсунка;
3 - штепсельний роз'єм; 4 - фіксатор; 5 - рампа форсунок; 6 - ущільнювальні
кільця; 7 - впускна труба.

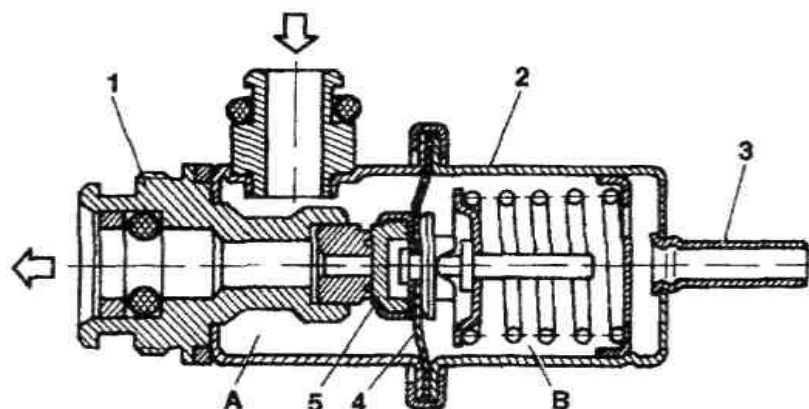


Рисунок 1.5 - Регулятор тиску палива:

1- корпус; 2- кришка; 3- патрубок для вакуумного шлангу;

1.4 Характеристика електротехнічної дільниці

Електротехнічні роботи включають перевірку, технічне обслуговування, ремонт та випробовування приладів електрообладнання, що зняті з автомобілів. [8, ст.34]

Прилади, що поступають у відділення, підлягають частковому поверхневому очищенню від бруду, попередньому огляду і випробовуванню на відповідних стендах. Після визначення технічного стану прилади, що підлягають ремонту, розбирають на вузли та деталі. Вузли та деталі, що не мають обмоток, промивають у ванні гасом або спеціальними розчинами із наступним обдувом стиснутим повітрям. [8, ст.45]

При наявності обмоток вузли приладів протирають ганчір'ям, яке змочене в бензині, та після ретельного витирання сушать у камері при температурі 90... 100°C на протязі 45...90 хв.

Чисті та сухі елементи приладів поступають на відповідні робочі місця для ремонту шляхом заміни непридатних деталей (втулок, підшипників, щіток, контактів та ін.) новими або відновленими. [8, ст.45]

1.5 Основні принципи побудови організаційної структури управління технічною службою

Оптимізація організаційної структури технічної служби — одне з найважливіших і складних завдань із числа тих, які має вирішувати керівник. Без правильної структури апарату технічної служби не можна досягти узгодженої взаємодії усіх функціональних підрозділів, забезпечити стабільне і кваліфіковане ведення технічної документації, використовувати сучасну обчислювальну техніку. [7, ст.34]

Основні вимоги до будь-якої організаційної структури полягають у тому, щоб кожен працівник, маючи певні права та обов'язки і несучи в межах

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

їх усю повноту відповідальності, займався своєю справою. Виходячи з цих положень, сучасна наука управління дає певний мінімум перевірених практикою правил, які дають змогу з достатньою впевненістю «конструювати» структури управління з врахуванням конкретних умов цього ФОП. [7, ст.45]

Організаційну структуру технічної служби вдосконалюють у такому комплексі: з раціоналізацією інших елементів системи управління, техніки і технології; з уточненням змісту функції; упорядкуванням процесів управління, організацією управлінської праці і вдосконалюванням методів управління. Створення найбільш раціональної структури апарату управління залежить від планомірного й послідовного вирішення всіх питань. [7, ст.60]

Збільшення обслуговувань та розширення його діяльності значно ускладнює керівництво виробничою службою. Аналіз показує, що збільшуються витрати робочого часу, простій автомобілів і т. д. Таке положення привело до необхідності прийняття радикальних рішень, які зв'язані з організацією виробництва. [7, ст.61]

					<i>КРБ.605.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Функціонування системи керування двигуном

При включенні запалювання, електричний бензиновий насос, що у паливному баку, через паливний фільтр подає бензин під тиском (від 1 до 3 - 5 атмосфер) до інжектора. [11]

Інжектори містяться у впускном колекторі двигуна, вони здійснюють розпорошення і вприкск палива в колектор, що й починається формування паливо - повітряної суміші (на відміну карб'юраторного двигуна). З впускного колектора суміш потрапляє у циліндри двигуна. [11]

Бортовий комп'ютер керує інжектором, подаючи електричні імпульси на обмотку електромагнітного клапана інжектора. Кількість бензину і збагачення паливо - повітряної суміші, що надходить в циліндри двигуна, залежить від тривалості імпульсів і частоти їх прямування. [11]

Кут випередження запалювання визначається комп'ютером в такий спосіб, щоб уникати детонації палива на циліндрах, про що сповіщає датчик детонації. [11]

Частота керуючих імпульсів залежить зазвичай від частоти обертання колінчатого валу двигуна - це так званий синхронний режим керування інжектором. У асинхронному режимі керування імпульси йдуть із постійною частотою незалежно від частоти обертання валу двигуна. [11]

Тривалість імпульсів розраховується комп'ютером безупинно залежно від режиму роботи двигуна, виходячи з сигналів різних датчиків палива.

Пуск двигуна - інжектор працює у синхронному режимі, тривалість імпульсу визначається комп'ютером залежно від температури двигуна виходячи з необхідності створення більш збагаченої паливо - повітряної суміші (від 1 : 1,5 при -36 °С до 1 : 12 при +94°С). У цьому режимі комп'ютер використовує інформацію з датчика температури двигуна (визначення

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

тривалості імпульсу) і значення тривалості імпульса від датчика положення колінвалу (визначення частоти імпульсів та його синхронізації з роботою циліндрів). [11]

2.2 Перевірка системи впорску та тиску в паливній системі

Перед проведенням перевірки зменшити тиск в паливній системі.

Тиск в паливній рампі (рисунок 2.1) можна перевірити звичайним манометром, на який попередньо необхідно надіти і закріпити хомутом оливобензостійкий шланг з внутрішнім діаметром 12 мм. Далі на паливній рампі необхідно відкрутити пластиковий ковпачок штуцера, а потім ковпачком вентиля коліс вивернути золотник із штуцера, одночасно стравлюючи залишковий тиск. Вийняти золотник. На штуцер рампи надіти манометр зі шлангом, закріпити хомутом. [11]

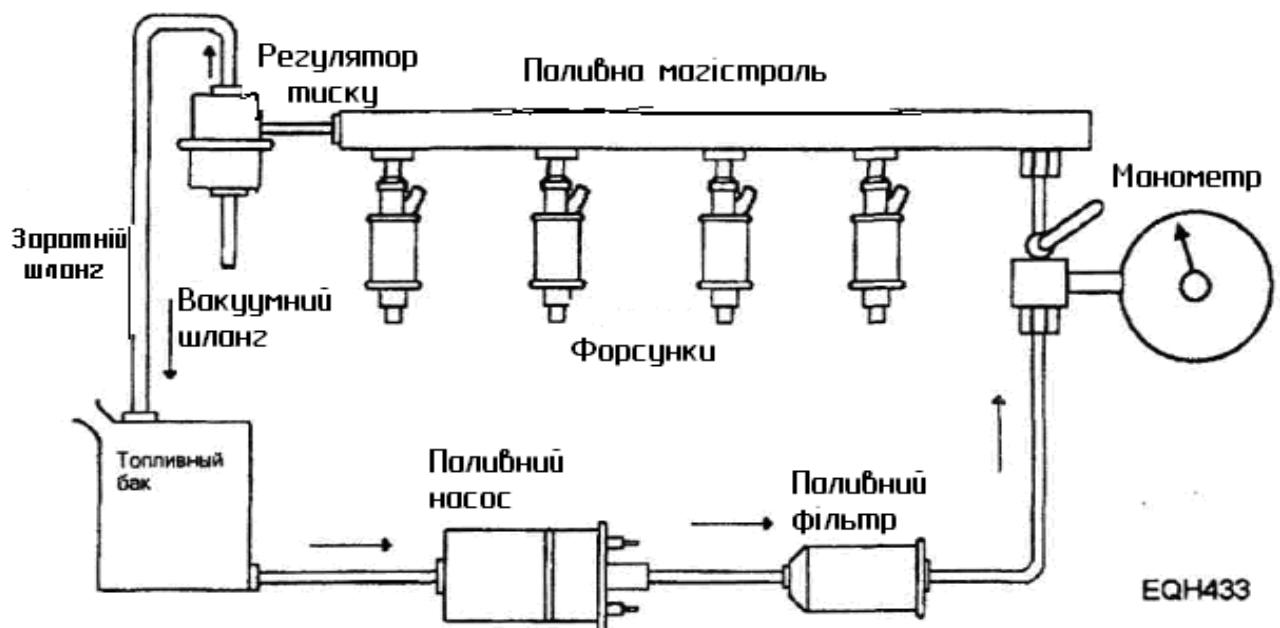


Рисунок 2.1 - Вимірювання тиску в паливній системі

Завести двигун і при роботі на холостому ході перевіряємо тиск палива, який повинен бути 280...320 кПа (2,8...3,2 бар) для двигуна ЗМЗ 406210 і 250 кПа для двигуна F3R. Знімаємо вакуумний шланг з регулятора тиску

палива. При справному регуляторі тиск палива повинен зрости на 20...70 кПа (0,2...0,7 бар) у двигуні ВАЗ і на 50 кПа у двигуні F3R. Якщо тиск палива нижче норми необхідно ненадовго перетиснути зворотній шланг між регулятором тиску і баком. Підвищений тиск говорить про несправність регулятора.

Випробування паливної системи на максимальний тиск:

Перед проведенням випробування необхідно перевірити надійність з'єднань, тому що можливі втрати палива. [11]

Якщо тиск палива в процесі випробування перевищить максимально допустиме для використовуваного манометра, то випробування необхідно негайно припинити. [11]

2.3 Перевірка продуктивності паливного насоса

Для перевірки продуктивності паливного насоса необхідно від'єднати від регулятора тимчасовий шланг, який опустити в мірну ємкість (рисунок 2.2) [11]

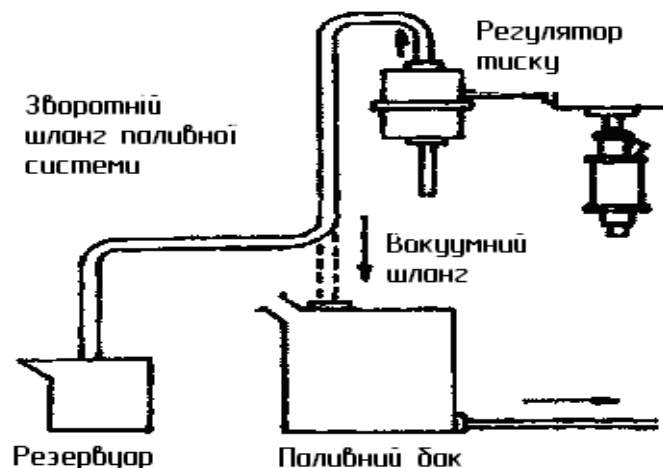


Рисунок 2.2 - Перевірка продуктивності паливного насоса

Ввімкнути паливний насос, запустити двигун на обертах холостого ходу або поставити перемичку в обхід реле паливного насосу. Одночасно почати

відлік часу. Продуктивність насоса повинна складати 0,33 л протягом 15 секунд (80 л/г) для двигуна F3R. Продуктивність насоса може бути надто мала через засмічення приймальної сітки насоса або паливного фільтра , згинів і засмічення паливних трубок і шлангів. [11]

2.4 Перевірка форсунок

Стан форсунок суттєво впливає на роботу двигуна. Основними ознаками їхньої несправності є: ривки і провали при збільшенні навантаження на двигун; недостатня потужність, яку розвиває двигун, нестійка робота двигуна на малих обертах; підвищена токсичність відпрацьованих газів. [11]

Для перевірки форсунок необхідно зняти паливну рампу (рисунок 2.3), під'єднати до неї паливні трубки і електричний роз'єм форсунки з паливної рампи не демонтуються). [11]

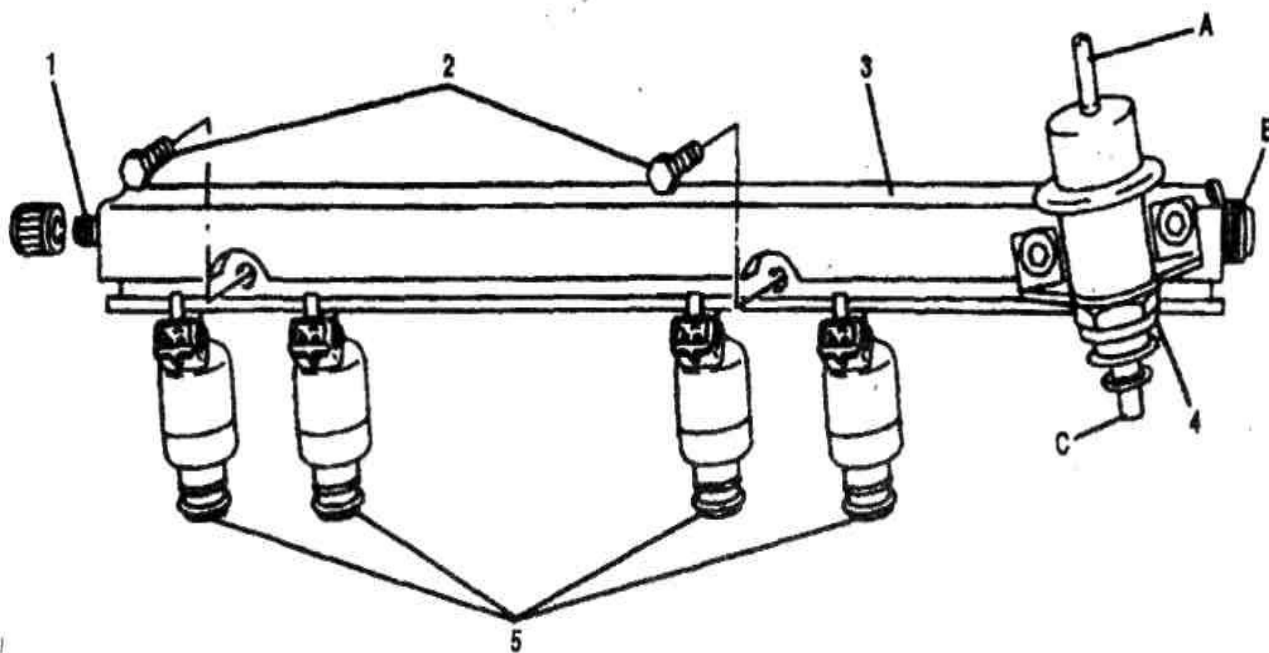


Рисунок 2.3 - Рампа форсунок:

1 - штуцер контролю тиску палива; 2 - болти кріплення рампи; 3 - рампа форсунок; 4 - регулятор тиску палива; 5 – форсунки.

А – патрубок відбору розрідження із впускної труби; В – штуцер для підводу палива; С – штуцер для зливу палива .

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.05.00.00.000ПЗ

Арк.

Якщо форсунка відділилася від рампи і залишилася в головці циліндрів, необхідно замінити обидва ущільнювальних кільця і фіксатор форсунки. Під кожну форсунку підставити мірну ємкість. Ввімкнути паливний насос. Факели розпилення повинні мати конічну форму, а різниця об'єму палива, що впорскується в кожний мірний стакан за 15 секунд, не повинна перевищувати 5см³. [11]

Окремо перевіряють кожну форсунку. Для цього від'єднують від неї електричний роз'єм, вимикають запалювання і подають до неї двома дротами напругу (рисунк 2.4). Від'єднують живлення від форсунки і перевіряють, чи не підтікає паливо через отвір розпилювача. Опір обмотки форсунки перевіряють тестером. Він повинен бути в межах 11...15 Ом (для систем одноточкового впорскування – 4...5 Ом). [11]

2.5 Технічне обслуговування системи впорску палива

2.5.1 Заміна паливного фільтра

Фільтр тонкої очистки палива нерозбірний, в сталевому корпусі, з паперовим фільтруючим елементом. На корпусі фільтра обов'язково нанесена стрілка, яка повинна співпадати з напрямком подачі палива. [11]

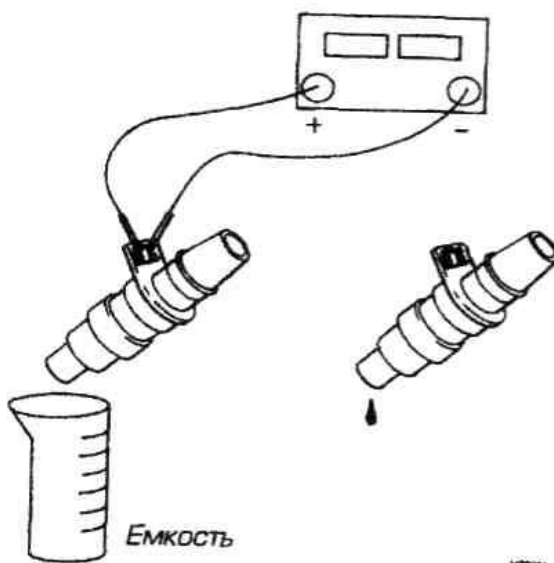


Рисунок 2.4 - Перевірка форсунки

Ввімкнувши бензонасос, перевірити відсутність підтікання палива. [11]

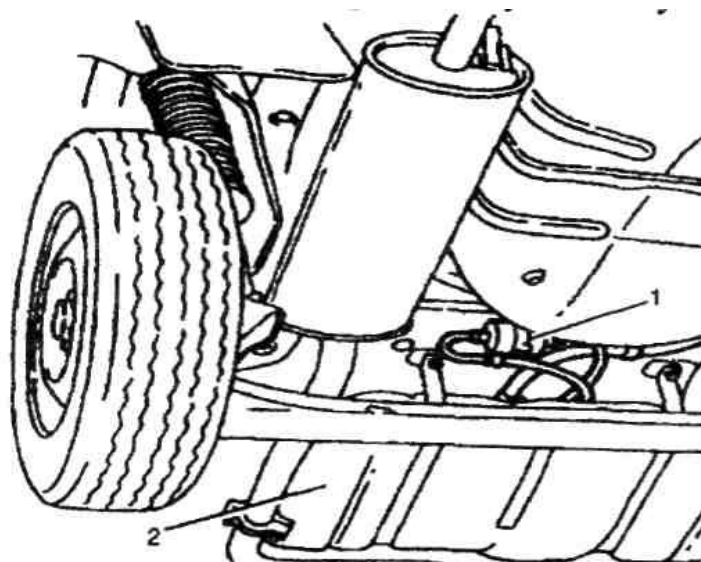


Рисунок 2.5 - Розміщення паливного фільтра:

1- паливний фільтр; 2- паливний бак.

2.5.2 Очистка системи впрыску палива

При неповному згоранні палива відбувається забруднення всієї паливної системи і, як наслідок збільшення витрати палива, детонація, погіршення динаміки автомобіля, провали при прискоренні, ускладнений запуск двигуна, підвищений рівень CO, CH, передчасний вихід із ладу агрегатів і деталей паливної системи. [11]

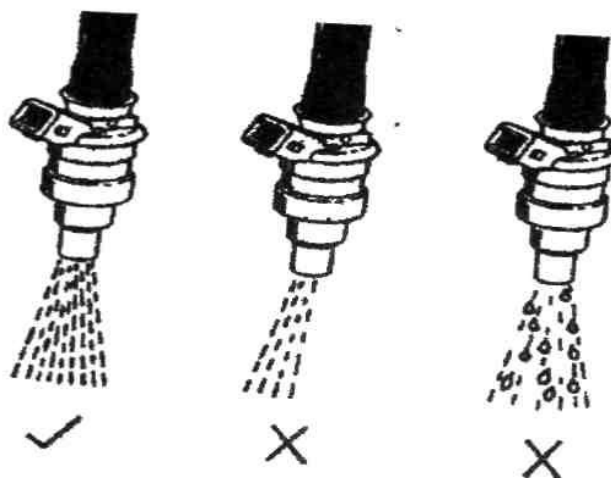


Рисунок 2.6 - Можливі варіанти розпилення палива форсункою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.05.00.00.000ПЗ

Арк.

20

2.6 Аналіз використання обладнання для діагностики електронних систем керування бензиновими двигунами

Мотортестер MOT 250/251

Зручний мобільний мотортестер з кабельним штативом, робочою шафою, що закривається, і великими приймальними кишенями (MOT 250), або економлячим робочий простір візком (MOT 251) і поворотним монітором. [12]



Рисунок 2.7 - БОШ MOT 250/251

Мотор-тест; мульти - тест; тест впрыску; діагностика блоку керування; аналіз відпрацьованих газів ; дослідження відпрацьованих газів ; інформаційна система BOSCH ; осцилограф запалення; растровий осцилограф; мультиосцилограф;

Мотортестер БОШ MOT 240



Рисунок 2.8 - БОШ MOT 240

Тест - програми:

- мотор-тест;
- тест впорску;
- осцилограф запалення;
- мультиосцилограф;
- мультитест;
- аналіз відпрацьованих газів;
- растровий осцилограф;

MOT 240 - переносний, енергонезалежний (живлення від автомобільного акумулятора) мотортестер з рідкокристалічним дисплеєм. Ідеальний мотортестер з цифровим осцилографом. [12]

Перевірка:

- двигунів до 12 циліндрів;
- системи запалення від контактних до повністю електронної системи без розподільника і одно-чи двоіскровими котушками запалення до 8 свічок;
- тестер адаптуємо для з'єднання з центральним діагностичним роз'ємом, датчиками ВМТ, системами запалення і впорску, включаючи лямбда-регулювання;
- широкий діапазон можливостей представлення осцилограм по числу оборотів;
- за допомогою спеціального адаптера можливе вимірювання початку подачі і характеру впорску дизельного двигуна, аналіз дефектів дизельних форсунок. [12]

2.7 Розробка технологічного процесу проведення робіт на дільниці

Характеристика робіт, що виконуються на дільниці з ремонту приладів системи живлення бензинових автомобільних двигунів. [13]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Дільниця з ремонту паливної апаратури призначена для виконання робіт з ремонту агрегатів і деталей дизельної паливної апаратури, а також діагностування і проведення регулювальних робіт приладів системи живлення паливом автомобілів. На дільниці виконуються розбиральні, мийні, ремонтні роботи, складання, контроль, регулювання і випробування приладів системи живлення. [13]

Загальний технологічний процес на ділянці здійснюється в наступній послідовності. Агрегати комплексної системи керування двигуном автомобілів, які вимагають ремонту, поступають в розбирально-мийне відділення, де здійснюється їх розбирання, миття і дефектація. При цьому деталі придатні до подальшої експлуатації поступають на робочі місця ремонту, де їх спочатку перевіряють на спеціальних стендах без розбирання. Якщо агрегати задовольняють технічні вимоги, то усувають наявні несправності при частковому розбиранні і регулюють їх. Браковані деталі складаються в скриню для відходів. [13]

На робочих місцях ремонту паливної апаратури здійснюється складання агрегатів і вузлів приладів систем живлення з використанням нових, придатних (що були в експлуатації) і таких, що реставруються деталей, доставлених з ремонту і з складу. Відремонтовані деталі і вузли доставляються на пости зони поточного ремонту або на проміжний склад.

Технологічний процес ремонту комплексної системи керування двигуном прийнято розділяти на 5 етапів:

1 - підготовчий – огляд апаратури та приладів, зовнішнє миття агрегатів і окремих деталей;

2 - розбирально-дефектувальний - роботи пов'язані з розбиранням і дефектуванням паливної апаратури;

3 - ремонтно-складальний - включає в себе роботи з ремонту, взаємному підбору, підгонці деталей і складанню паливної апаратури;

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4 - контрольно-регулювальний - складені вузли і деталі піддаються випробуванню;

5 - заключний – передача на склад або повернення в ремонт. [13]

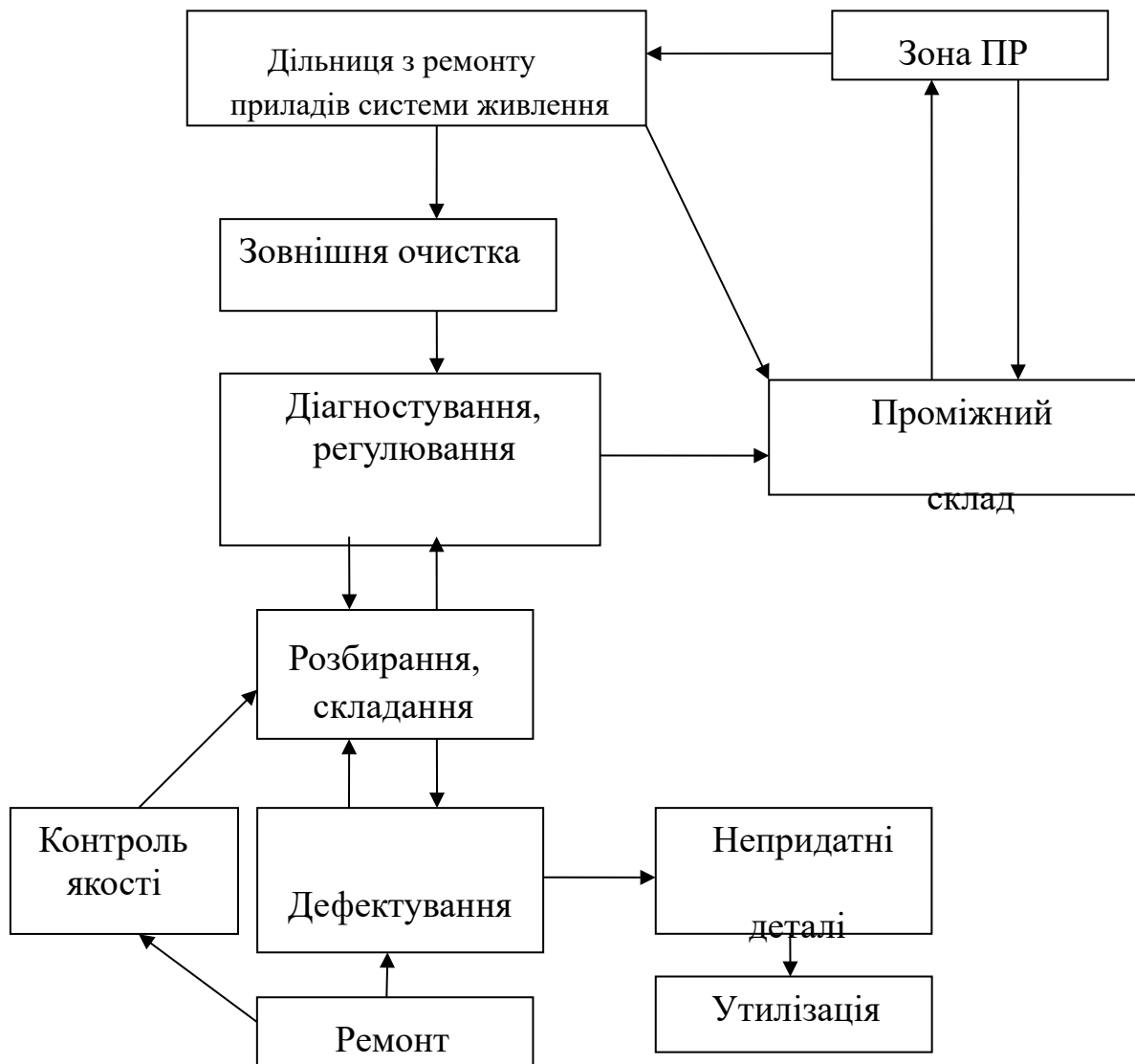


Рисунок 2.9 – Організація технологічного процесу на дільниці з ремонту приладів комплексної системи керування двигуном

2.8 Технологічний процес та вибір обладнання для промивки системи системи впрыску Призначення і характеристики

Установка SMC-2001 (System mobile cleaning) (рисунок 2.9) являє собою систему для очистки різних паливних систем ДВЗ легкових і вантажних автомобілів, стаціонарного обладнання. [13]

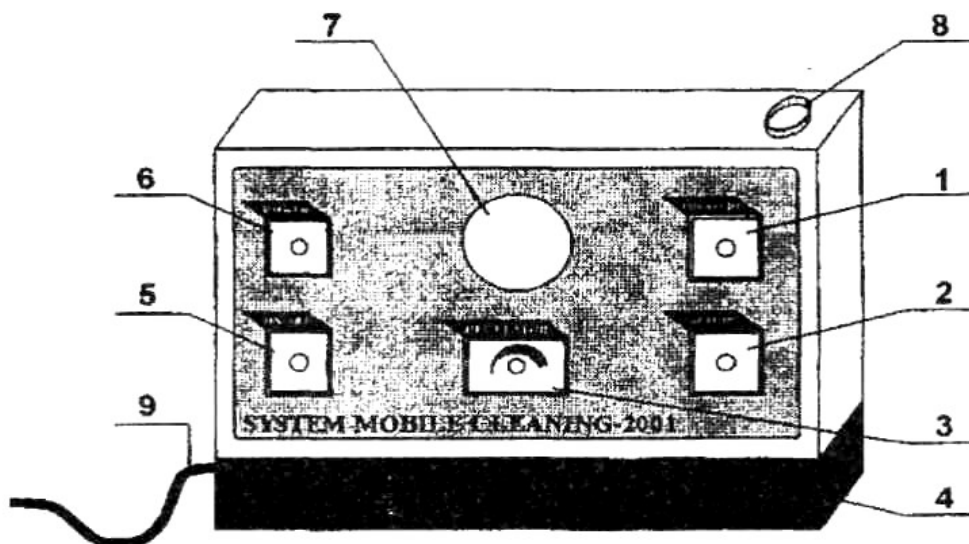


Рисунок 2.10 - Загальний вид установки для промивання:

1 - швидкороз'ємне з'єднання «Pressure» прямого напрямку; 2 - швидкороз'ємне з'єднання «Return» зворотнього напрямку; 3 - регулятор тиску; 4 - шухляда для переходників і шлангів; 5 – кнопка ввімкн./вимкн.; 6 - лампочка «Мережа»; 7 - манометр; 8 - горловина бачка; 9 - шнур.

Установка здатна створювати і регулювати тиск промивної рідини від 0 до 700 кпа (0...7 бар), контроль за тиском здійснюється по манометрі з ціною розподілу 20 кпа (0,2 бари). Продуктивність насоса, вмонтованого в установку, складає 127...210 л/годину, що є достатнім для очищення будь-яких паливних систем. Запас промивної рідини складає 1,5 літра. [13]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.05.00.00.000ПЗ

Арк.

25

Електроживлення установки здійснюється від бортової мережі автомобіля напругою 12 В або іншого іншого джерела живлення з вищевказаною напругою. [13]

Штатна паливна система автомобіля для промивання не вимагає змін, розбирання і т.д. При проведенні очищення штатну систему автомобіля закріплюють, тобто з'єднують напірний і зворотний шланги системи, або відключають запобіжник або реле бензонасоса. [13]

Під час промивання за допомогою установки підключаються до паливної системи автомобіля (рисунок 2.10) і заводять двигун на рідині, що чистить.

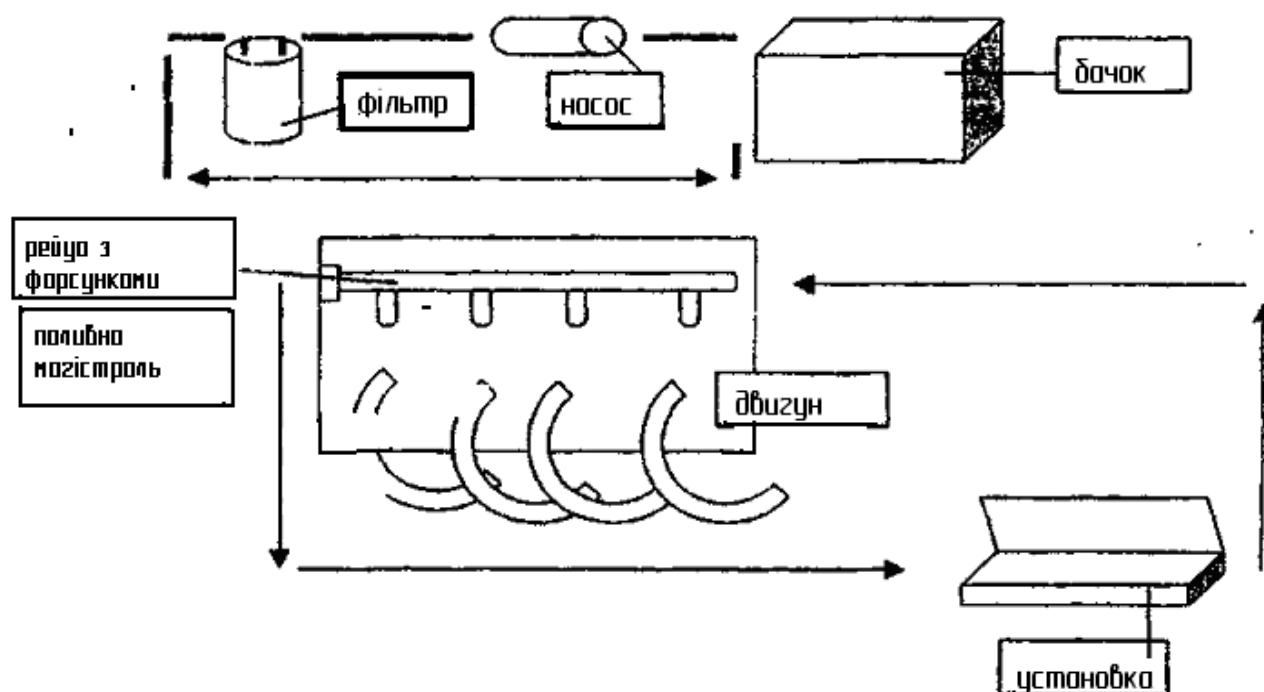


Рисунок 2.11 - Принципова схема підключення установки

Промивання паливної системи:

Принцип підключення установки до паливної системи автомобіля у всіх випадках приблизно однаковий. Необхідно зробити так, щоб двигун працював не на бензині, а на спеціальній рідині для очищення. Пристрій розрахований для застосування рідин різних виробників (Wynn's, Liqui Moly, Carbon Clean, Auto Plus і ін.) [13]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.05.00.00.000ПЗ

Арк.

26

Звичайно спеціальні рідини, що чистять, складаються із сольвенту, що чистить, і речовини, що підтримує горіння. Під час роботи на цих рідинах відбувається очищення системи. [13]

Дана установка проектувалася і створювалася із врахуванням того, що рідина проходить по всій системі (крім насоса, бака) і ефективно очищає всю систему, а не окремі її частини. [13]

Можливі два варіанти підключення системи. Перший полягає у вимиканні з електричної ланки насоса автомобіля. Другий у закріпленні працюючого насоса автомобіля на себе. Наступна технологія для обох варіантів підключення однакова: [13]

- від'єднуються паливні шланги, що ведуть від фільтра до паливної рампи з форсунками і за допомогою перехідників і шланга з'єднується з гніздом «Pressure» установки;

- від'єднуються паливні шланги, що ведуть від паливної магістралі (рампи) з форсунками до паливного бака, за допомогою перехідників і шланга з'єднується з гніздом «Return» установки;

- за допомогою спеціального шланга закріплюється система бак -насос - фільтр;

- у бачок установки заливається рідина, що чистить систему;

- на штори акумуляторної батареї автомобіля надіваються клемами проводів установки (не плутати полярність !!!);

- на установці загоряється лампочка - установка готова до роботи;

- відповідно до типу паливної системи варто відрегулювати тиск у системі за допомогою регулятора тиску і манометра (табл 2.1);

- натиснути кнопку ввімкн./вимкн. («On/Off»), установка почне працювати (насос подає рідина в паливну систему), варто запустити двигун автомобіля;

- час роботи двигуна автомобіля (процес очищення) залежить від рекомендацій виробника рідини (звичайно це два цикли по 15 хвилин + «час

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

просочування»;

- наприкінці роботи варто виключити установку і двигун автомобіля;
- роз'єднати шланги й установити усе на свої місця; [13]

Пристрій розрахований на застосування рідин різних виробників (Wynn's, Liqui Moly, Carbon Clean, Auto Plus і ін.). Склад багатьох рідин можуть бути агресивні стосовно деталей апарата. Тому рекомендується промивати апарат бензином (1 літр) після кожного очищення (якщо немає іншого автомобіля наприкінці дня), або при зміні рідини для обслуговування: бензин-дизель. Час промивання 15-20 хвилин. Таким чином продовжується термін служби паливного насоса установки в кілька разів. Здійснювати періодичну заміну паливного фільтра (можна застосовувати вітчизняні або імпорتنі аналоги). Після обслуговування 10 автомобілів, або по ступені забруднення (поява осаду, мікрочастинки, зміна кольору). Після обслуговування паливної системи автомобіля злити залишки рідини, що очищується уставить шланг у гніздо «Pressure» апарата, натиснути кнопку «Start» у положенні «ON», злити рідину в ємність, залити бензин або рідину у бак установки, закріплювати гнізда «Pressure». [13]

Таблиця 2.1 - Норми витрати очисної рідини

Об'єм двигуна, л	Норма витрати очисної рідини, л
1,3-1,6	0,5...0,7
1.8...1.9	0,8...0,85
2	0,9
2.2	1
2,3	1,10
2.4	1.15
2.5	1.25
2,8	1.3
2.9	1.35
3	1.4
3,2	1.5
3,5	1.6
4	1.8
4,5...4,8	1,9
5 і більше	2

2.9 Вибір способу ремонту електромагнітної форсунки

В процесі роботи двигуна на елементах його паливної системи - форсунках, топливопроводах, паливній рампі, регулювальнику тиску, впускних клапанах поступово осідають забруднення, що знаходяться в паливі. Сучасні електромагнітні форсунки виготовляються з допусками 1 мкм і здатні пропрацювати до мільярда циклів. Основною причиною порушення їх роботи є забруднення в процесі експлуатації, хоча на шляху механічних часток стоять паливні фільтри, що відсівають частки більше 10-20мкм. Вони встановлюються в паливній магістралі і в самій форсунці. Головною причиною забруднення є неминуча присутність важких фракцій у складі палива. Найбільш інтенсивне накопичення відкладень відбувається відразу після зупинки двигуна. В цей час температура корпусу форсунки зростає за рахунок нагріву від гарячого двигуна, а дія палива, що охолоджує, відсутня. Легкі фракції палива в робочій зоні форсунки випаровуються, а важкі накопичуються у вигляді лакових відкладень, що зменшують переріз каналу, що калібрується. Приміром, шар відкладень завтовшки п'ять мкм може змінити пропускну спроможність цього каналу на 25%.[14]

Забруднення розпилювальних отворів форсунок погіршує утворення паливо-повітряної суміші, в регулювальнику тиску порушується герметичність його замкового клапана, а в паливному насосі високого тиску істотно зменшується його продуктивність. [14]

Основними ознаками забруднення форсунок є:

- ускладнений пуск двигуна;
- нестійка робота двигуна на холостому ході і перехідних режимах;
- провали при різкому натисненні на педаль газу;
- погіршення динаміки розгону двигуна і втрата потужності;
- збільшення витрати палива;
- підвищення токсичності газів, що відпрацювали;

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- поява детонації при розгоні в наслідок збіднення суміші і підвищення температури в камері згорання;
- пропуски займання;
- характерні хлопки у випускній системі;
- швидкий вихід з ладу кисневого датчика (лямбда-зонда) і каталітичного нейтралізатора;
- забруднення форсунок стає особливо помітним з настанням холодів, коли випаровуваність палива погіршується, з'являються проблеми з пуском холодного двигуна. [14]

Очевидно, що своєчасне очищення форсунок сприяє їх нормальній роботі і продовжує їм життя, тому для визначення технічного стану форсунок треба провести діагностику. [14]

На сьогодні існують два способи очищення - хімічний і ультразвуковий. Хімічний спосіб реалізується або за допомогою додавання в паливний бак автомобіля спеціальних присадок (рідин), або за допомогою спеціальних установок, які підключаються до паливної системи автомобіля, і автомобіль працює на спеціальному очиснику. [14]

До недоліків таких способів очищення можна віднести наступне: спеціальна присадка в бензобаку потрібна з нульового пробігу автомобіля. Використання ж її на автомобілях з великим пробігом практично безглуздо, оскільки сильнодіючі компоненти присадки змивають відкладення, що накопичилися, які, у свою чергу, засмічують паливний фільтр, форсунки і паливну систему. [14]

Спеціальні установки дозволяють уникнути деяких негативних наслідків, які викликають хімічні присадки, але не варто забувати, що вживані в них - це середовище токсичне і агресивне. Оцінити ефект очищення на такій установці можна тільки за непрямими показниками. Такі установки доцільні в профілактичних цілях. [14]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Ультразвуковий спосіб очищення проводиться на спеціальних стендах. Цей метод дозволяє очищати всередині форсунки невидимі отвори і виїмки, відділяючи бруд з усіх поверхонь паливних форсунок під дією ультразвуку, який вступає в контакт із спеціальною рідиною. Відчистка ультразвуком гарантує стовідсотковий результат, після чого покращується динаміка, рівномірність роботи, холодний запуск, зменшується витрата палива, поліпшення сумішеутворення. [14]

Під ультразвуком прийнято розуміти звукові хвилі, що перевищують поріг чутності людини, в діапазоні приблизно 16 кГц - один ГГц. Стосовно рідких середовищ ультразвук знайшов застосування в так званому ефекті "ультразвукової кавітації". Цей ефект узятий за основу в роботі пристроїв для ультразвукового очищення. Ультразвукові хвилі, що поширюються в рідкому середовищі, викликають переміщення молекул води в межах мікрооб'ємів (відповідних довжині хвилі). Таким чином, в рідині з'являються зони розрядки і зони підвищеного тиску. У зонах розрядки складаються умови (знижений тиск і висока швидкість молекул (температура)), при яких рідина переходить в газоподібний стан. Таким чином в рідкому середовищі формуються зони, заповнені парами. Цей процес активізується при підвищенні загальної температури рідини. Процес формування пари досить плавний і йде з накопиченням кінетичної енергії молекул. [14]

Пари, що потрапили в зону з підвищеним тиском, починають стискуватися, при цьому йде підвищення температури, усередині бульбашки, але під впливом тиску і сил тяжіння молекул відбувається швидкоплинний процес фазового переходу пари в рідину - "згортання" бульбашки. При цьому, швидкість молекул води, яка перевищує швидкість первинної ультразвукової хвилі в 1000 разів, спрямована всередину мікроскопічної сфери, де і відбувається максимальна фізична дія - виділення накопиченої енергії в мікроскопічному об'ємі - мікрровибух. [14]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Якщо такий процес протікає поблизу твердої поверхні, то енергія мікровибуху відділяє частину молекул від поверхні твердого тіла. Цей процес найбільш активний за наявності на поверхні тіла чужорідної плівки (нашарувань) з щільністю, відмінною від щільності тіла, і мікроскопічних дефектів структури. У районі такої поверхні виникає більше бульбашок кавітацій, тобто саме там, де вони найбільш бажані. [14]

Процес кавітації, об'єднаний з хімічною дією активних речовин миючої рідини призводить до активного очищення поверхні деталі від твердих відкладень. Але в процесі очищення, з поверхонь деталі віддаляються і частки основного матеріалу - відбувається ерозія поверхні. [14]

Тому час перебування деталі в середовищі з ультразвуковою кавітацією має бути точно розрахований і передержка може привести до зміни механічних властивостей. [14]

Система контролю дозволяє:

- Заміряти і порівняти кількісну і якісну витрату палива, що подається через форсунки (відхилення, що допускається, не більше півтори % між форсунками за тестований період) до і після ультразвукового чищення форсунок;

- Візуально порівняти і контролювати кількість і якість того, що розпиляло палива форсункою при різних режимах, що імітують роботу двигунів (включаючи спец.режим - розгін);

- Перевірити форсунки на герметичність. [14]

Система чищення дозволяє:

- Очищати сопла і клапани форсунки в ультразвуковій ванні від нерозчинних в бензині карбонатних відкладень, використовуючи стандартні режими, плюс ручний довільний вибір параметрів;

- Підігрівання ультразвукової ванни дає можливість в деяких особливо складних випадках при забрудненні форсунки досягти бажаного результату за коротший час;

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- Процедура чищення форсунок дуже проста і наочна: тест форсунок до чищення, чищення, тест після чищення;
 - Спеціальні програми (режими) ультразвукового чищення дозволяють відновлювати форсунки з числа раніше відбракованих;
 - Установка автоматично адаптується під "низькоомні" і "високоомні" форсунки, має точку підключення стробоскопічної лампи. [14]
- Ці роботи будуть виконуватися на стенді для діагностики і очищення форсунок Launch CNC - 601(рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 - Launch CNC - 601

2.10 Схема технологічного процесу ремонту форсунок

Схема технологічного процесу ремонту форсунок включає:

- Пошук несправності (діагностика). [14]
- Відновлення працездатності, шляхом ультразвукового очищення або заміни в зборі.

Перед діагностуванням форсунок треба провести наступні супутні роботи:

- Зняти форсунки з паливної рампи автомобіля. [14]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- Демонтувати капроновий фільтр з кожної форсунки і промити його.
- Підібрати відповідні типи адаптерів для установки форсунок на паливній рампі стенду.

- Провести повну діагностику форсунок. [14]

Після визначення дефекту форсунки, поміщаємо її в ультразвукову ванну із спеціальним миючим складом, дозуючою частиною вниз. Після чого під'єднуємо електричні роз'єми стенду. Виставляємо на таймері потрібний час роботи, до 10 хвилин. Провівши контрольну перевірку і з'ясувавши, що дефект не усунений, або усунений частково, можна провести повторну відчистку. Цей процес можна повторювати доки не досягнемо бажаного результату. Після усунення дефекту методом ультразвукової відчистки, перед установкою форсунок необхідно замінити гумки ущільнювачів. - Демонтувати капроновий фільтр з кожної форсунки і промити його.

- Підібрати відповідні типи адаптерів для установки форсунок на паливній рампі стенду.

- Провести повну діагностику форсунок. [14]

- Демонтувати капроновий фільтр з кожної форсунки і промити його.

- Підібрати відповідні типи адаптерів для установки форсунок на паливній рампі стенду.

- Провести повну діагностику форсунок. [14]

2.11 План технологічних операцій

Для відновлення деталей застосовують різні види технології: подефектну, жорсткофіксовану, маршрутну і т. п.. [14]

Маршрутна технологія характеризується технологічним процесом на певну сукупність дефектів у цієї деталі. Таким чином, відновлення деталі може вироблятися декількома технологічними процесами залежно від

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

поєднання дефектів. Цей спосіб має найбільше поширення в авторемонтному виробництві. [14]

Таблиця 2.3 - Особливості установки

Умови експлуатації	Характеристика
Температура	$++10 \div +40 \text{ }^{\circ}\text{З}$
Відносна вологість	$< 85 \%$
Напруженість магнітного поля поблизу приладу	$< 400 \text{ А/м}$
Відсутність відкритого полум'я на відстані	$< 2 \text{ м}$

Таблиця 2.4 - Технічні параметри

Технічні параметри	Характеристика
Живлення	$\sim 220 \text{ В} \pm 10\%, 50 \text{ Гц } 0.5 \%$
Споживана потужність	450 Вт
Робоча частота УЗ генератора	36 кГц
Потужність ультразвукового випромінювача	100 Вт
Тиск тестової рідини	$0.0 \div 0.65 \text{ мПа}$
Точність установки (підтримка) тиску	0.000.004 мПа
Діапазон установки числа оборотів	$1 \div 9990 \text{ про / мін}$
Точність установки (підтримка) числа оборотів	10 про / мін
Діапазон числа імпульсів форсунок	$1 \div 9999 \text{ імпульсів}$
Час тестування / очищення	$1 \div 9999 \text{ секунд}$
Тривалість імпульсу форсунок	$1 \div 25 \text{ мсек}$
Максимальний об'єм чистячої рідини	2500 мл
Розміри	500 x 530 x 1400 мм
Вес	35 кг

Функціональні можливості.

Ультразвукове очищення: повне видалення органічних відкладень за один прийом за допомогою випромінювача потужністю 100 Вт. Зворотне промивання: вимиває відкладення всередині форсунок. Баланс: одночасний вимір відносної і індивідуальної продуктивності шести форсунок. [14]

Розпилювання: факел розпилу візуально контролюється через скло вимірювальної склянки. Для зручності передбачено постійне підсвічування

або підсвічування стробоскопом. Герметичність: перевіряється візуально при максимально допустимому робочому тиску (виставляється автоматично при виборі цього режиму). Продуктивність: відповідність продуктивності форсунки паспортному значенню перевіряється установкою по необхідному тиску і тривалості вприскування на панелі приладу і наступним контролем об'єму пропущеного форсункою рідини. Автоматичне осушення робочої зони приладу без зняття форсунок і розгерметизації подаючого трубопроводу економить час і допомагає тримати прилад в чистоті. Чищення паливної системи автомобіля : дозволяє чистити форсунки і систему подачі палива автомобіля. Під'єднування приладу до паливної системи будь-якого автомобіля вкрай нескладно і дозволяє економити час. Відповідний набір адаптерів входить в комплект постачання. [14]

Технічні характеристики електронного сканера Launch X -431:

- кодування блоків керування;
- отримання даних про стан і параметри систем автомобіля : вивід на сенсорний екран в текстовому виді, вивід у вигляді графіків і діаграм, друк з використанням міні-принтера;
- керування системами і їх конфігурація;
- скидання сервісних параметрів;
- програмування ключів.

Основні вживані інструменти виробництва фірми BETTA :

- набір шестигранників з шести штук;
- набір плоских і фігурних викруток вісім штук;
- плоскогубці - одна штука;
- набір торцевих голівок з перехідниками для використання пневматичною тріщоткою - сім штук;
- пневматична тріскачка одна штука. [14]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Таблиця 2.5 - План технологічних операцій

Найменування і зміст операцій	Устаткування	Інструмент
1 Підготовчі. Перед зняттям форсунок необхідно відключити реле електробензонасоса. Потім запустити двигун і почекати доки він затихне від нестачі палива. Це робиться для зниження тиску в системі живлення, що б унеможливити попадання в очі працівника палива при від'єднанні шланга подачі палива. Потім від'єднати від штекера форсунки джгут дротів.		Спеціальні щипці для витягання запобіжників і реле
2 Розбірні. Перед зняттям форсунок необхідно від'єднати шланги подачі і зворотної подачі палива від рампи форсунок. Залежно від конструкції двигуна, а так само форми впускного колектора, доступ до форсунок може бути обмежений, що спричиняє за собою додаткові розбірні роботи.		Застосовується залежно від конструкції двигуна. Плоскогубці, викрутки, торцеві голівки на 10,12. Пневматична тріскачка.
3 Розбірні. Зняття паливної рампи форсунок.		Восьмигранники на 5,8. Торцеві голівки на 10,12. Пневматична тріскачка.

Продовження таблиці 2.4

4 Розбірні. Зняття форсунок супроводжується їх маркіровкою по приналежності до циліндра для полегшення пошуку несправного циліндра, якщо нестійка робота двигуна не пов'язана з технічним станом форсунки. І навпаки, якщо з'ясується, що форсунка несправна, то визначити до яких наслідків це привело, як вплинуло на циліндропоршкову групу.		Викрутки.
5 Підготовча. Зняття фільтрів форсунки. Попереднє зовнішнє чищення і промивання.	Резервуар з водою.	Щітка.
6 Підготовча. Перед діагностикою форсунок підібрати відповідні типи адаптерів для установки форсунок на паливній рампі стенду.	Стенд Launch CNC - 601	Адаптери.
7 Діагностика. Установка форсунок на стенд згідно з маркіровкою. Виявлення дефектів форсунок.	Стенд Launch CNC - 601	

Продовження таблиці 2.4

8 Ультразвукова відчистка форсунок. Після виявлення дефектів, помістити форсунки в ультразвукову ванну дозуючою частиною вниз, под'єднавши дроти до штекера форсунок. Відчистку проводити не більше 10 хвилин.	Стенд Launch CNC - 601	
9 Повторна діагностика. Установка форсунок на стенд. Порівняння до і після ультразвукової відчистки. Форсунки не підлягають відновленню, підлягають заміні.	Стенд Launch CNC - 601	
10 Підготовча. Перед зборкою треба замінити старі гумові кільця ущільнювачів, так, як вони піддалися сильній ерозії при ультразвуковій відчистці.		
11 Збірка. Установка форсунок на паливній		
12 Збірка. Установка паливної рампи.		Восьмигранники на 5,8. Торцеві голівки на 10,12. Пневматична тріщотка.

Продовження таблиці 2.4

13 Збірка. Збірка впускного колектора, якщо це було потрібно, для зняття форсунок.		Застосовується залежно від конструкції двигуна. Плоскогубці, викрутки, торцеві голівка на 10,12. Пневматична тріскачка.
14 Збірка. Під'єднування шлангів подачі і обратки палива. Під'єднування електричних роз'ємів.		Застосовується залежно від конструкції двигуна. Плоскогубці, викрутки, торцеві голівка на 10,12. Пневматична тріскачка.
15 Збірка. Установка реле електробензонасоса.		Спеціальні щипці для витягання запобіжників і реле.
16 Перевірка. Пуск двигуна, перевірка на шуми, вібрації і теча. Діагностика автомобіля електронним сканером.		Електронний сканер Launch X - 431

2.12 Зміст операцій переходу

Виробничий і технологічний процес.

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Виробничий процес капітального ремонту - це сукупність дій людей і знарядь праці, що виконуються в цьому підприємстві для повернення автомобілям працездатності, втраченої при експлуатації. Виробничий процес в ремонтному підприємстві охоплює усі операції ремонту автомобілів, агрегатів і деталей : технологічні, енергетичні, транспортні, складські і інші, забезпечуючі випуск продукції. Усі ці операції підрозділяються на основних і допоміжних, у тому числі обслуговуючі. До основних операцій відносяться миття, очищення, дефектація, відновлення деталей і ремонт вузлів, виготовлення деталей, комплектація, збірка, забарвлення, прироблення випробування, до допоміжних і обслуговуючих - транспортні, складські, контрольні; забезпечення енергією, теплом, парою і водою, інструментом; зміст і ремонт устаткування в приміщенні. [14]

Технологічний процес - це частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії з послідовної зміни стану об'єкту ремонту або його складових частин (розмірів, форми, об'єму або властивості) при відновленні їх працездатності. Відповідно до цього в АРП разом з поняттям технологічного процесу КР автомобілів (агрегатів) розробляються, і здійснюються окремі технологічні процеси розбирання, миття-очищення, дефектації відновлення і виготовлення деталей, збірки, випробування і забарвлення. [14]

Технологічний процес складається з окремих технологічних операції, кожна з яких представляє закінчену частину технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці без зміни устаткування одним робітником або групою робітників. Технологічна операція - основна планована і розрахункова одиниця в АРП. Вона містить ряд елементів : установ, позицію, технологічний і допоміжні переходи, робочий і допоміжний ходи. [14]

Установка - це частина технологічної операції, що виконується при незміненому закріпленні оброблюваної деталі, розбираної або збираної

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

складальної одиниці. Наприклад, операцію розбирання водяного насоса двигуна, закріпленого в пристосуванні, виконують за один установ, але в процесі розбирання його положення в пристосуванні може мінятися за допомогою поворотних пристроїв і займати різні позиції, зручні для виконання розбірних робіт. [14]

Позиція - це фіксоване положення, займане незмінно закріпленою оброблюваною деталлю або складальною одиницею спільно з пристосуванням відносно інструменту або нерухомої частини устаткування при виконанні певної частини операції. [14]

Технологічний перехід - це закінчена частина технологічної операції, що характеризується постійністю вживаного інструменту і поверхонь, що утворюються обробкою або роз'єднуваних (що сполучаються) при розбиранні (зборці). При розбірно-складальних роботах переходом прийнято вважати частину операції, що виконується над одним певним з'єднанням при незмінному інструменті. [14]

Перехід може бути виконаний за один або декілька робочих ходів.

Робочий хід - це закінчена частина технологічного переходу, що складається з одноразового переміщення інструменту відносно оброблюваного виробу, що супроводжується зміною форми, розмірів і шорсткості поверхні деталі. [14]

Допоміжний перехід - це закінчена частина технологічної операції, що складається з дій людини і устаткування, які не супроводжуються зміною форми, розмірів і стану деталі або складальної одиниці, але потрібні для виконання технологічного переходу (наприклад, зміна позиції, зміна інструменту і тому подібне). [14]

Кожен тип ремонтного підприємства, кожна марка автомобіля мають свою конкретну детальну схему технологічного процесу КР. [14]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 2.5 - Операції переходу

Зміст переходу	Найменування операцій між якими виробляється перехід
1 Під'єднати шланг вентиляції (витяги) вихлопних газів до вихлопної труби автомобіля	Перед першою підготовчою
2 Приготування заздалегідь необхідного інструменту і робочої області, для зручності доступу і заощадження часу.	Перед другою розбірною
3 Приготування миючої ванни і промивальної рідини (миючих розчинів)	Перед п'ятою підготовчою
4 Приготування адаптерів, для установки форсунок на паливній рампі стенду	Перед шостою підготовчою
5 Установка шланга топливopодачи на паливну рампу стенду	При сьомій, після установки паливної рампи з форсунками на стенд
6 Приготування до роботи електронного сканера : А) Вимкнути запалення; Б) Під'єднати діагностичний роз'єм; В) Включити запалення; Г) Включити живлення сканера;	Перед 16, перевірка

2.13 Визначення трудомісткості робіт на ділянці

Річна трудомісткість робіт визначається по формулі:

$$T_r = t \cdot n \cdot N \cdot K_{mp} \quad (2.1)$$

де t - трудомісткість на одиницю продукції, люд./год.;

n - число однойменних деталей у виробі, штук;

N - річна програма;

K_{mp} - маршрутний коефіцієнт ремонту.

$$T_r = 1,94 \cdot 1 \cdot 11196 \cdot 1 = 21720,24 \text{ люд./годину}$$

2.14 Підбір устаткування

Таблиця 2.6 - Підбір устаткування

Устаткування	Розміри (мм)	Кількість
1 Стенд для діагностики і ультразвуковий отчистки форсунок "Launch CNC - 601"	500X530X1400	1
2 Сейф	600x600x1600	2
	800x600x1600	
3 Стелаж	2000x1000x2000	1
4 Верстак	2000x1000x800	1
5 Стіл комп'ютер	1500x1000x800	1
6 Комп'ютер PC	Монітор 17 дюймів Системний блок 545x255x500	1
7 Ноутбук	Діагональ 15.4 дюйма	1
8 Стенд для промивання паливних систем	650x400x1000	1
9 Набір інструментів "БЕТА" - 100 предметів	600x500x800	1
10 Чотирьохстійковий підйомник	5000x2500	1
11 Двостійковий підйомник	5000x2500	1
Разом кількість устаткування		12

Разом зайнята площа	18450x15000	
---------------------	-------------	--

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих пристроїв для перевірки комплексних систем керування двигуном

Діагностичний прилад ДСТ-2М:

Цей прилад являє собою портативний комп'ютер спеціального виконання, призначений для обслуговування автомобілів з електронними системами керування двигуном. Прилад включає апарат, змінний картридж і з'єднувальні кабелі. Кожен картридж призначений для конкретного типу ЕБК. У комплекті - два типи кабелів для автомобілів Волзького і Горківського автозаводів (Росія). Сканер оснащений змінним програмним забезпеченням, виконаним на картриджах. Прилад ДСТ-2М дозволяє перевіряти вихідні ланки лампи діагностики, реле бензопомпи, паливних форсунок (на працюючому двигуні), регулятора ЯХ (на працюючому двигуні), вентилятора системи охолодження (для певних автомобілів), реле муфти кондиціонера (для частини автомобілів). Дисплей являє собою матричний рідкокристалічний індикатор, що дозволяє працювати як у текстовому, так і графічному режимах. Він призначений для візуального відображення поточного стану ДСТ-2М. [15]

Клавіатура приладу призначена для введення даних керування програмним забезпеченням приладу. Сканер оснащений комплектом кабелів для підключення до діагностичного роз'єму різної конфігурації. Роз'єм призначений для зв'язку з зовнішніми об'єктами контролю і керування по лінії «K-Line» і «L-Line». [15]

ЕБК може передавати різну інформацію через контакт «М» колодки діагностики. Дані передаються з високою частотою, що вимагає застосування приладу, що зчитує, ДСТ-2М для обробки даних. Прилад можна підключити і спостерігати за його показаннями при короткочасному включенні лампи «Check Engine» чи погіршенні їздових якостей під час руху. Якщо

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

передбачається, що дефект пов'язаний з визначеними параметрами, що можуть бути проконтрольовані за допомогою приладу ДСТ-2М, вони повинні перевірятися при русі автомобіля. [15]

По команді оператора прилад забезпечує сканування, опитуючи ЕБК і використовуючи зрозумілу йому мову. Можна прочитати повідомлення ЕБК про несправності, а також перевірити параметри елементів системи. При відсутності очевидного зв'язку між дефектом і якою-небудь конкретною ланкою прилад можна використовувати для контролю всіх параметрів протягом визначеного періоду часу для виявлення змін, його, які вказують на наявність непостійної несправності. [15]

Діагностичний тестер «АСКАН 8»:

Він призначений для діагностики системи керування робочим процесом бензинового двигуна. Обсяг пам'яті для збереження модулів складає 512 Кбайт. У комплектацію приладу входять два джгути проводів для з'єднання з діагностичними колодками автомобілів. [15]

Тестер дозволяє діагностувати сучасні системи керування «Микас 5.4», «Микас 7.1», «Январь-4», «Январь-5.1», «Январь-5.1.1», «GM ISEF-25», «Bosch Motronic 1.5.4», «Bosch Motronic 1.5.4», «Bosch MP 7.0». [15]

Він дозволяє зчитувати параметри ЕБК у виді вихідних сигналів чи датчиків у нормалізованому виді, виводити на дисплей графіки параметрів у реальному масштабі часу, записувати пам'ять тестера параметри блоку керування з дискретністю 0,2 секунди з нашим відображенням їхнім у цифровому і графічному виді, зчитувати коди рівностей із блоку керування, що як існують у даний момент, так і занесені в пам'ять, стирати з пам'яті ЕБК коди несправностей, зчитувати в пам'яті ЕБК інформацію про комплектацію системи керування, ідентифікаційну інформацію автомобіль і ЕБК, керувати виконавчими механізмами, діагностичною Check Engine». [15]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Тестер містить дисплей з функцією видачі інформації в нічному чи текстовому виді. Виведена інформація супроводжується підсвіченням і змінюваною контрастністю. [15]

Він містить клавіатуру, діагностичні і сполучні джгути, при діагностуванні автомобілів сімейства варто підключити роз'єм до плюсової клеми акумуляторної батареї автомобіля. Після подачі напруги відбувається включення підсвічування дисплея тестера і здійснює тестування, що супроводжується повідомленням і подачею звукового сигналу сучасним включенням обох світлодіодів. [15]

Тривалість процесу самотестування сягає 3 с. і максимально пристосований для роботи з блоком керування «Микас .1».

Діагностичний прилад «Мікротестер »:

«Мікротестер» призначений для проведення діагностики двигунів, оснащених системами керування на основі електронних блоків керування «Микас 5.4», «Микас 7.1» і їхніх модифікацій. Прилад дозволяє проводити автоматичне визначення ЕБК, зчитування системних даних з ЕБК (20 параметрів), видачу на екран кодів несправностей і скидання кодів помилок. Зв'язок мікротестера з ЕБК і подача на нього напруги здійснюється за допомогою спеціального сполучного кабелю. Для зручності перегляду параметрів він обладнаний висококонтрастним русифікованим індикатором з підсвічуванням. Тестер фіксує тільки несправності двигуна, систем живлення і керування. Для діагностики складних несправностей систем впорскування необхідна додаткова апаратура. [15]

Компактний системний тестер AUTODIAGNOS 400:

Для перевірки електронних систем керування двигуном. Прилад самостійно ідентифікує системи з функцією самодіагностики, тестує блоки керування і виконавчі механізми. Він дає номінальні значення й інформацію про наступні системні групи: система керування живленням і запалюванням; впорскування дизельного палива; системи безпеки; керування трансмісією;

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

системи комфорту. У вигляді тексту виводиться наступна інформація: опис помилки, тип помилки, умови виникнення помилки, статична помилка, випадкова помилка, проведене усунення помилок шляхом порівняння номінальних і дійсних значень. Читання параметрів датчиків і виконавчих механізмів: температура двигуна, температура повітря, витрата повітря, час впорскування, частота обертання, лямбда-коефіцієнт, положення ДЗ, положення РЯХ, кут випередження запалювання. Діагностика виконавчих механізмів: (обсяг залежить від керуючого приладу): форсунки впорскування, регулятор холостого ходу, клапан продувки карбюратора, клапан продувки абсорбера, реле. Діагностика вузлів і систем для: 27 марок автомобілів 158 автомобільних систем 1260. [15]

При виборі марки тестера (сканера) для заданих виробничих умов майстерні BOSCH SERVICE користуємось критерієм зручності і технологічних можливостей обладнання. Тому вибираємо сканер AUTODIAGNOS 400. [15]

3.1.1 Аналіз існуючих пристосувань та пристроїв для перевірки форсунок

Пристосуваннями називаються допоміжні пристрої, використовувані для виконання операцій механічної обробки, розбирання-складання або контролю. [15]

Корисність пристосування полягає в тому, що його застосування забезпечує підвищення продуктивності праці, здешевлює і поліпшує якість робіт, спрощує і прискорює процес виробництва, поліпшує умови праці і техніки безпеки. [15]

Роботи по проведенню технічного обслуговування і поточного ремонту в АТП ще мало механізовані, питома вага ручних робіт ще дуже велика. [15]

					<i>КРБ.605.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

У багатьох випадках виконання робіт без спеціальних пристосувань приводить до попереднього виходу з ладу деталей, скороченню терміну їх служби, погіршенню роботи агрегату, вузла. [15]

По ступеню спеціалізації пристосування діляться на універсальні, спеціалізовані і спеціальні. [15]

Спеціалізовані пристосування виконують на базі універсальних пристосувань. Вони мають додаткові або змішані налагоджувальні пристрої, що складаються з встановлюваних елементів і затискаючих вузлів. Ці пристосування можна легко переналагоджувати для виконання операцій і тому їх доцільно застосовувати в умовах серійного виробництва.

Часто при роботі автомобілів на лінії виникають різні несправності тих або інших деталей. Ці несправності усувають на постах зон ТО-1, ТО-2, а також в зоні ПР або у виробничих відділеннях. [15]

При ремонті вузлів і приладів електроустаткування іноді потрібне їх розбирання. Розбирання вручну - дуже трудомістка робота, тому використовують різні пристосування. [15]

Зокрема і при ремонті генераторів електрообладнання автомобілів важ потрібні різні пристосування. [15]

Одним з таких пристосувань при розбиранні генератора є універсальний знімач. Він служить для зняття шківів генераторів легкових та вантажних автомобілів. Він дуже зручний і практичний в роботі, невеликих розмірів. Цей знімач усуває всі труднощі в знятті шківів генератора. [15]

Пропонується для розгляду та аналізу при виконанні технологічного процесу ремонту приладів системи живлення дизельних автомобільних двигунів два пристосування: [15]

1. Пристосування для запресовки фільтра в корпус форсунки.
2. Стенд для перевірки форсунок.

Пристосування для запресовки фільтра в корпус форсунки – будова, призначення, область застосування та принцип дії. [15]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Пристосування для запресовки фільтра в корпус форсунки служить для здійснення технологічного процесу складання форсунок та полегшення здійснення операції з запресування фільтра в корпус форсунки. Воно складається з направляючої втулки, штовхача, вилки, втулки та основної опори. [15]

Стенд для перевірки форсунок – будова, призначення, область застосування та принцип дії: [15]

Стенд забезпечує точність замірів і складається з односекційного насосу високого тиску, що приводиться в рух важелем (або електродвигуном) та контрольних приладів. [15]

Герметичність запірного конуса розпилювача визначається при тиску, меншому від тиску вприскування на 10 кгс/см^2 (1,0 МПа), на протязі 1-єї хвилини. [15]

Для регулювання форсунок їх знімають з двигуна, використовуючи знімач і перевіряють на стенді (герметичність, тиск початку підймання голки, якість розпилювання палива, пропускну здатність). [15]

Стенд складається з паливного бачка, форсунки, трубопроводу високого тиску, манометра, трубопровід підводу палива, секції насосу, основи, важеля-руків'я. [15]

Такий метод дозволяє контролювати якість очищення форсунок, а головне - вирівняти їхню продуктивність. Якщо наступна перевірка показала незадовільні результати - очищення проводиться повторно. [15]

Для такого очищення форсунок випускається досить багато різних стендів. Саме очищення проводиться за допомогою ультразвуку в спеціальній ультразвуковій ванночці протягом 15-30 хвилин.

Стенд досить швидко можна виготовити з підручних матеріалів:

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



Рисунок 3.1 - Стенд для перевірки й очищення форсунок



Рисунок 3.2 - Очищення форсунок

3.2 Аналіз пристосування для запресовки фільтра форсунки

Пристосування для запресовки фільтра в корпус форсунки служить для здійснення технологічного процесу складання форсунок та полегшення здійснення операції з запресування фільтра в корпус форсунки. Воно складається з направляючої втулки 1, штовхача 2, вилки 3, втулки 4 та основної опори 5. [16]

Складальне креслення пристосування для запресовки фільтра являється складовою графічної частини дипломного проекту виконане у форматі А2.

3.3 Будова і принцип роботи стенду для ультразвукової очистки і діагностики форсунок та виконувані на ньому операції.

Стенд-пристрій, виготовлений фірмою Shenzhen Launch Tech Co., Ltd може промивати і тестувати паливні форсунки в режимах, що повністю імітують їх роботу на двигуні. [16]

Можливе також промивання паливної системи і форсунок автомобіля без зняття з двигуна, що дає істотне заощадження часу.

Якість промивання гарантується ультразвуковою технологією, а точність результатів тестування - мікропроцесорним управлінням тривалістю впрыскування і тиском палива в замкнутому контурі. [16]

Автоматизація всього процесу і проста панель управління забезпечують легкість і зручність експлуатації. [16]

Функціональні можливості:

- Ультразвукове очищення: Повне видалення органічних відкладень за один прийом за допомогою випромінювача УЗ потужністю 100 Вт.

- Зворотнє промивання: вимиває відкладення всередині форсунок.

- Баланс: Одночасний вимір відносної і індивідуальної продуктивності шести форсунок.

- Розпилювач - факел розпилювання візуально контролюється через скло вимірювальної склянки. Для зручності передбачене постійне підсвічування або підсвічування стробоскопом. [16]

Герметичність - перевіряється візуально при максимально допустимому робочому тиску(виставляється автоматично при виборі цього режиму).

Продуктивність - відповідність продуктивності форсунки паспортному значенню, перевіряється встановленням необхідного тиску і тривалості впрыскування на панелі приладу і наступним контролем об'єму пропущеної форсункою рідини. [16]

Автоматичне осушення робочої зони приладу без зняття форсунок і розгерметизації подаючого трубопроводу економить час і допомагає тримати прилад в чистоті. [16]

Чищення паливної системи автомобіля - дозволяє чистити форсунки і систему подачі палива автомобіля. Під'єднування приладу до паливної системи будь-якого автомобіля вкрай нескладно і дозволяє економити час. Відповідний набір адаптерів входить в комплект постачання. [16]

Переваги методу:

Основні переваги ультразвукового миття і очищення перед усіма відомими методами видалення забруднень наступні: швидкість і висока якість очищення, механізація трудомістких ручних операцій, виключення дорогих токсичних і вибухонебезпечних розчинників і заміна їх прийнятнішими лужними розчинами, обробка виробів складної конфігурації, можливість у ряді випадків видаляти забруднення, невіддатливі видаленню іншими методами. Дія ультразвуку в основному позначається на прискоренні процесу розчинення забруднень в розчинниках, доставці свіжих порцій розчинника до забруднених поверхонь і видаленні часток забруднень, що відокремилися, із зони очищення. Як правило, очищення в ультразвуковій ванні повністю відновлює форсунки за один прийом. [16]

Тиск робочої рідини підтримується комп'ютером з високою точністю в усьому робочому діапазоні, що дозволяє адаптувати прилад до будь-якого автомобіля з вприскуванням палива. Процес тестування форсунок повністю автоматизований. [16]

Основні параметри процесу контролюються комп'ютером і відображаються на цифровому дисплеї приладу.

Автоматичне осушення робочої зони натисненням однієї кнопки.

Проста і зручна панель управління. [16]

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Висока оптична якість скла вимірювальних стаканів і можливість під'єднання до приладу стробоскопічної лампи дозволяють точно оцінити якість розпилювання. [16]

Будова станду:

Стійка:

Прилад змонтований в легкій пересувній стійці. Він не потребує спеціально обладнаного робочого місця і простий в експлуатації. Верхній захисний кожух типу «жалюзі» оберігає прилад від пилу і пошкоджень в неробочому стані. Панель управління знаходиться на передній стінці приладу під зоною тестування. В нижній частині стійки знаходиться ультразвукова ванна і відділення для змінних запасних частин. Ультразвукова ванна розміщена на висувній полиці для зручності зміни миючої рідини, розміщення форсунок і обслуговування. [16]

Складові станда:

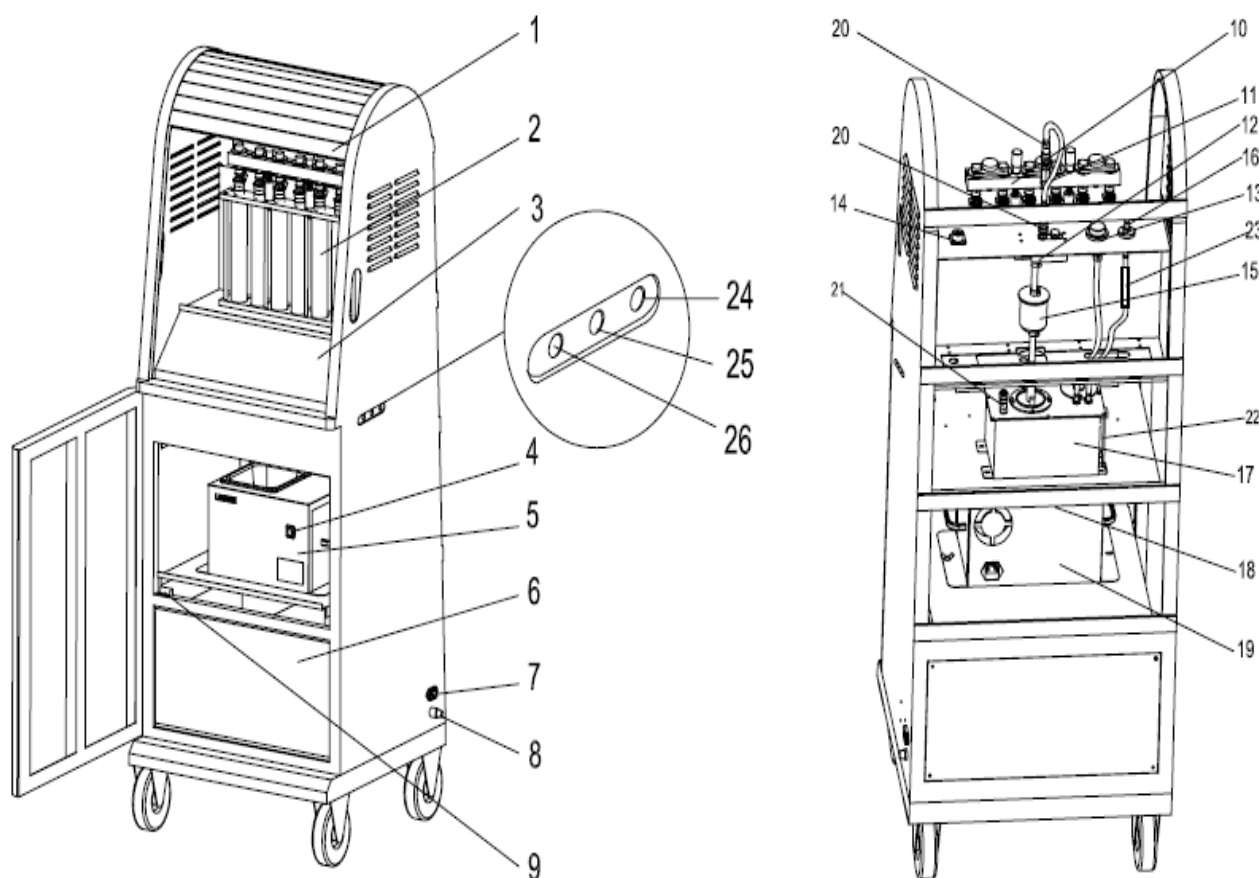


Рисунок 3.3 - Стенд Launch CNC – 601

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.05.00.00.000ПЗ

Арк.

55

1 - Кожух – «жалюзі». 2 - Вимірювальні колби. 3 - Панель керування. 4 - Вимикач ультразвукової ванни. 5, 19 - Ультразвукова ванна. 6 - Ящик для змінних частин. 7 - Роз'єм мережевого кабеля. 8 - Запобіжник. 9 - Ручка висувної полиці. 10 - Розподільник. 11 - Трубка подачі рідини. 12 - Трійник з датчиком тиску. 13 - Клапан скидання рідини. 14 - Роз'єм кабелю форсунок. 15 - Фільтр. 16 - Отвори заливки рідини. 17 - Бак очищувальної рідини. 18 - Ванна ультразвукового промивання. 20 - Швидкозйомний роз'єм. 21 - Отвір для заправки бака. 22 - Кріплення бака. 23 - Вікно візуального спостереження. 24 - Роз'єм для стробоскопа. 25 - Кнопки включення і виключення. 26 - Кнопка включення підсвічування.

CNC-801 Injector Cleaner & Tester

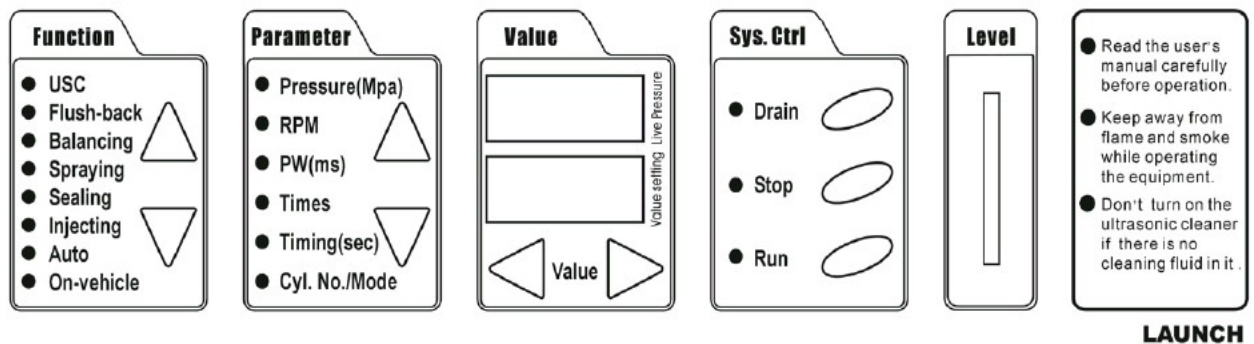


Рисунок 3.4 - Панель управління стенду Launch CNC - 601

Таблиця 3.1 – Параметри, що змінюються панеллю управління

Панель управління	Режим роботи (вибір кнопки з стрілкою)
Parameter	Вибір параметра (кнопки з стрілками)
Value	Значення вибраного параметра (встановлюється кнопками «+» і «-»). Встановлюваний параметр індукується на нижньому дисплеї, верхній дисплей призначений для відображення значення поточного тиску в процесі роботи.
System control	Кнопки «Осушення», «Стоп» і «Пуск».
Level	Поточне значення рівня тестової рідини.

3.4 Розрахунок параметрів електричного живлення пристрою

Проводимо розрахунок трансформатора:

Напруга на первинній обмотці становить $U_1 = 220\text{В}$, на вторинній $U_2 = 15\text{В}$.

Максимальний струм навантаження $I_n = 0,6\text{А}$

1. Визначаємо значення струму, що протікає через вторинну обмотку трансформатора:

$$I_2 = 1,5 I_n, \quad (3.1)$$

де: I_2 - струм через обмотку II трансформатора, А;

I_n - максимальний струм навантаження, А.

$$I_2 = 1,5 \cdot 0,6\text{А} = 0,9\text{А}$$

2. Визначаємо потужність, що споживає випрямляч від вторинної обмотки трансформатора:

$$P_2 = U_2 I_2 \quad (3.2)$$

де: P_2 – максимальна потужність на вторинній обмотці, Вт;

U_2 – напруга на вторинній обмотці, В;

I_2 – максимальний струм через вторинну обмотку, А.

$$P_2 = 15\text{В} \cdot 0,9\text{А} = 13,5\text{Вт}$$

3. Визначаємо потужність трансформатора:

$$P_{\text{тр}} = 1,25 P_2 \quad (3.3)$$

де: $P_{\text{тр}}$ – потужність трансформатора, Вт;

P_2 – максимальна потужність на вторинній обмотці, Вт;

$$P_{\text{тр}} = 1,25 \cdot 13,5\text{Вт} = 16,9\text{Вт}$$

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Визначаємо значення струму на первинній обмотці:

$$I_1 = P_{\text{тр}} / U_1, \quad (3.4)$$

де: I_1 - струм через обмотку I, А;

$P_{\text{тр}}$ – розрахована потужність трансформатора, Вт;

U_1 - напруга на первинній обмотці трансформатора.

$$I_1 = 16,9\text{Вт}/220\text{В} = 0,08\text{А},$$

5. Визначаєм кількість витків первинної обмотки:

$$w_1 = 50 U_1 / S, \quad (3.5)$$

де: w_1 – кількість витків обмотки;

U_1 – напруга на первинній обмотці, В;

S – січення сердечника магнітопроводу, см^2 . $S = 2,5 \text{ см}^2$.

$$w_1 = 50 \cdot 220\text{В}/2,5 \text{ см}^2 = 1760$$

6. Розраховуємо кількість витків вторинної обмотки:

$$w_2 = 55 U_2 / S, \quad (3.6)$$

де: w_2 – кількість витків обмотки;

U_2 – напруга на вторинній обмотці, В;

S – січення сердечника магніто проводу, см^2 . $S = 2,5 \text{ см}^2$.

$$w_2 = 55 \cdot 15\text{В}/2,5 \text{ см}^2 = 132$$

3.5 Розрахункова частина конструкторського розділу

3.5.1 Вибір електродвигуна

Для даного стенду оптимально підходить сучасний асинхронний двигун з мотор-редуктором 60YN6-2.

Параметри двигуна:

Потужність.....40 Вт

Число оборотів ротора.....1250 об./хв.

Параметри редуктора:

Передавальне число.....25

Число оборотів вихідного валу.....60 об./хв.

Крутний момент вихідного валу.....8,23 Н·м

Число сходов.....3

3.5.2 Розрахунок діаметру кулачкового валу

Цей розрахунок потрібний, для того, щоб визначити діаметр проєктованого валу при наявному напруженні. Вал зображений на рисунку 3.11. [12]

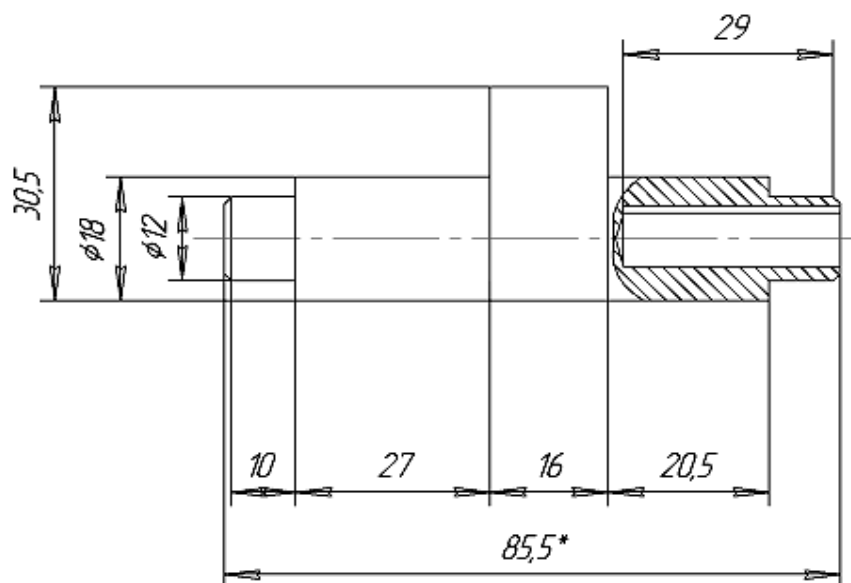


Рисунок 3.5 - Кулачковий вал

При знаходженні діаметру валу спершу необхідно знайти величину сили, що діє на нього.

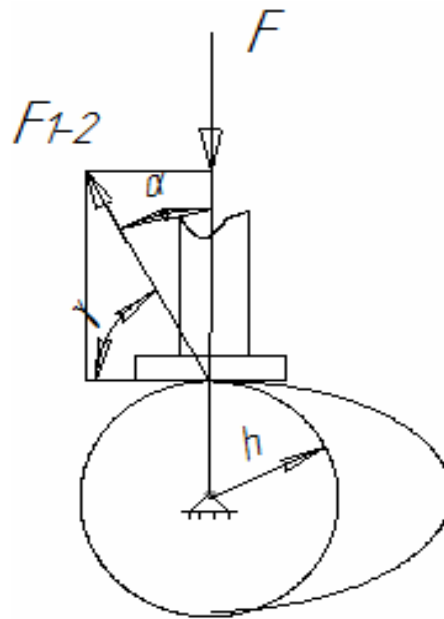


Рисунок 3.6 - Схема розкладання сил

Із схеми розкладання сил 3.3 видно, що на кулачок діє штовхач з силою F .

$$F = P \cdot S, \quad (3.7)$$

де P - тиск на плунжер $P = 200 \text{ кгс/см}^2$;

S - площа плунжера;

d - діаметр плунжера, $d = 0,9 \text{ см}$;

Тоді:

$$F = 200 \cdot 0,64 = 128 \text{ (кгс)} = 1280 \text{ (Н)}.$$

3.5.3 Розрахунок вала на згин і кручення

Основним навантаженням на вали являється сила від штовхача, направлена в центр вала. [46].

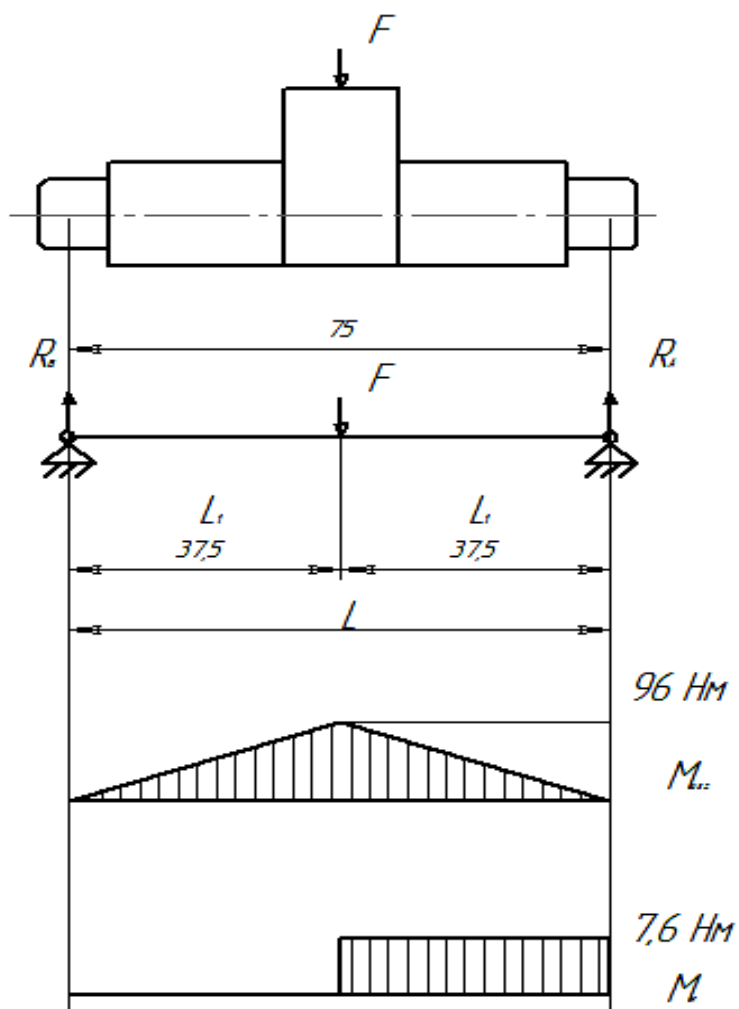


Рисунок 3.7 - Епюри згинаючих і крутних моментів

Порівняємо отримані дані з паспортними: $7,6 \text{ H}\cdot\text{м} \leq 8,23 \text{ H}\cdot\text{м}$

Дані навантаження цілком допустимі [45].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Оцінка виникнення аварій і травм в процесі діагностування та ремонту бензинових двигунів з електронними системами керування

Ремонтне виробництво є особливо несприятливим з точки зору техніки безпеки, пожежної безпеки та виробничої санітарії. Це обумовлено тим, що техніка, яка надходить в виробництво є забруднена речовинами, шкідливими для здоров'я людини, горючими матеріалами, а пошкоджені деталі можуть бути причиною травмування. Специфікою ремонтного виробництва є також те, що робітники постійно працюють з різними об'єктами ремонту і виконують різні операції, їх робочі місця, як правило, не є постійними. Дані фактори негативно впливають на умови праці, поліпшення яких є одним із резервів росту її продуктивності та економічної ефективності виробництва, а також подальшого покращення соціального стану і здоров'я працівників.

Проблема поліпшення умов праці безпосередньо пов'язана з санітарно-побутовими умовами, режимом роботи і медичним обслуговуванням працівників, організацією відпочинку, харчування та інших факторів.

Збитків, яких сьогодні завдає виробничий травматизм і професійні захворювання на виробництві, можна позбавитись за рахунок розробки спеціальних заходів додержання вимог трудового законодавства, спеціальних нормативних та інших документів, а також впровадження в виробництво найновіших досягнень науки і передового досвіду з охорони праці. [17,ст.34]

Шляхом проведення аналізу, кожний із логічних процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, можна виокремити та знайти подію з якої починається небезпечний процес, ще до виникнення небезпечних наслідків. [17,ст.34]

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від явища що досліджується.

Застосовуючи метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища є можливість оцінки рівня небезпеки певного об'єкта чи явища. Даний метод широко застосовують в зарубіжній інженерній практиці. Основні його принципи полягають в тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварійні або травматичні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логічно-імітаційної моделі травми. Після цього будують модель «дерева відмов і помилок оператора». Слід зауважити, що важливе значення має правильний вибір головної події, від чого залежить доцільність виконання та ефективність моделі. [17,ст.35]

Наведемо методику побудови логічно-імітаційної моделі.

Головну подію, котра зумовлює виникнення травми, модель якої необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва виникає.

Після вибору домінуючого випадкового явища (події) розпочинаємо побудову моделі («дерева»). Використовуючи оператора «і» та «або», використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як домінуюча чи головна. [17,ст.35]

Спочатку визначаються травмонебезпечні ситуації та їх кількості, що можуть мати місце в процесі що розглядається, визначаємо ще й інші події, що входять до кожної такої ж ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів «і», «або» та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів. [17,ст.35]

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною. [17,ст.42]

За даними виробництва визначаємо ймовірність базових подій. Наприклад, базова подія «стан контролю з охорони праці». Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0. [17,ст.42]

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки «дерева», позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логічно-імітаційної моделі. [17,ст.42]

Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі технічного обслуговування автомобіля з газобалонною установкою складемо перелік базових подій. Якщо необхідно оцінити рівень небезпеки робочого місця, слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які враховують усі стани обладнання та самого робочого місця, а також поведінку працівника і розрахувати ймовірність виникнення можливих травм. [17,ст.42]

4.2 Основні вимоги пожежної безпеки

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях ремонтних підприємств горючі і легкозаймисті (спалахуючи) речовини можуть з'явитися із-за підтікання пального і мастила в ремонтованих машинах, при митті і знежиренні деталей.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкодження ізоляцій електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегріві струмопроводів і т. п. [17,ст.56]

Перелічені приклади можливих причин виникнення пожеж визначають характер заходів протипожежної профілактики в виробничих приміщеннях ремонтних підприємств яких необхідно дотримуватись: [17,ст.56]

- забезпечення справності електропроводки,
- захист щитками розподільчих і пускозапобіжних пристроїв,
- встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників,
- збір в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів при розбиранні ремонтованих автомобілів,
- зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів на спеціально обладнаних складах в герметично закритій тарі,
- використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я,
- дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям. [17,ст.56]

4.3 Техніка безпеки на ділянці та при експлуатації стенду

Цей пристрій призначений для використання персоналом, що пройшов навчання і що має відповідні сертифікати.

Заходи обережності.

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Перед включенням приладу уважно вивчити інструкцію.

Прилад слід експлуатувати в добре вентильованому приміщенні без доступу прямого сонячного світла.

Робоче місце позначити таблицями "НЕ ПАЛИТИ" і "ВОГНЕНЕБЕЗПЕЧНО". [17,ст.62]

Забороняється включати ультразвуковий випромінювач без достатньої кількості чистячої рідини в ультразвуковій ванні. Інакше випромінювач вийде з ладу.

Прилад повинен мати надійне заземлення.

Щоб уникнути попадання чистячої рідини на прилад і навколишні предмети при роз'єднанні паливних магістралей обертайте їх ганчіркою. [17,ст.62]

У вихлопних газах автомобіля є велика кількість отруйних речовин, таких як вуглеводень, С, $NxOx$. Щоб уникнути вдихання шкідливих газів під час випробувань автомобіль повинен знаходитися в добре вентильованому приміщенні.

Уникати контакту паливних магістралей і гарячих частин працюючого двигуна. Робоче місце обов'язково має бути укомплектоване вогнегасником.

4.4 Розрахунок штучного освітлення

Для розрахунку потрібні вихідні дані, такі як: довжина приміщення (а) – 12м, ширина приміщення (b) – 10м, висота приміщення (H) – 2,3м. Приміщення має світлу побілку. Коефіцієнт відбивання стелі ($\rho_{\text{стелі}}$) – 70%, Коефіцієнт відбивання стін ($\rho_{\text{стін}}$) – 50%. Висота робочої поверхні стола (h_p) – 0,7м. Мінімальна освітленість такого приміщення становить $E=300\text{лм}$. Світильники кріпляться до стелі на висоті 3м над підлогою. Відповідно відстань від світильників до стелі буде становити $h_0=3\text{м}$. Це не суперечить вимогам СНіП-II, відповідно до яких $h_{0\text{min}}=2,6\text{-}4\text{м}$. [18,ст.62]

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$h=h_0-h_p, \quad (4.1)$$

$h=3-0,7=2,3$ (м) Показник приміщення $[i]$ становить, згідно формули:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a+b)} \quad (4.2)$$

$$i = \frac{12 \cdot 10}{2,3 \cdot (12+10)} = 2,37$$

При $i=2,37$, $\rho_{\text{стелі}}=70\%$, $\rho_{\text{стін}}=50\%$ для світильників ЛП001 коефіцієнт використання $\eta = 0,51$.

Визначаємо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_{\text{л}}=3200\text{лм}$. [18,ст.62]

Кількість світильників визначаємо:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{2\Phi_{\text{л}} \cdot \eta} \quad (4.3)$$

де: E – мінімальна освітленість даного приміщення

S – площа приміщення, м^2

K_3 – коефіцієнт запасу, становить 1,5

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z=1,1$ для люмінесцентних ламп

$$N = \frac{300 \cdot 120 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 6400 \cdot 0,51} = 9,099 \quad \text{шт.}$$

Приймаємо 10 світильників, розміщення яких показано на рисунку 4.2

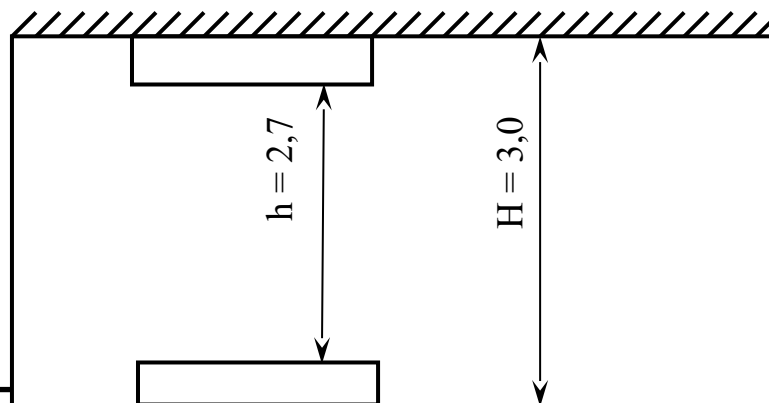


Рисунок 4.1 - Схема розташування світильників

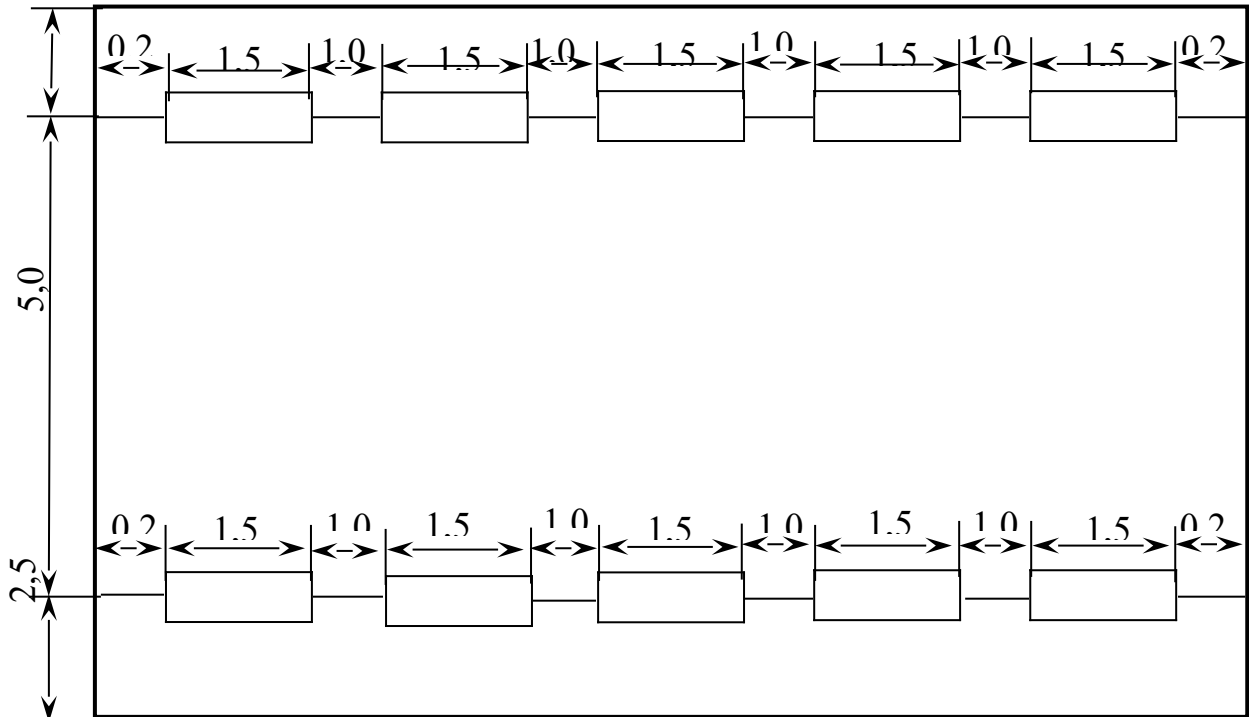


Рисунок 4.2 - Схема розташування світильників

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні: [18,ст.65]

$$\sum P_{\text{св}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot n \quad (4.4)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність однієї лампи, приймаємо 40Вт

$$\sum P_{\text{св}} = 40 \cdot 10 \cdot 2 = 800 \text{ (Вт)}$$

ВИСНОВКИ

При написанні кваліфікаційної роботи бакалавра на тему: «Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи керування двигуном автомобіля Reno Logan» описано характеристику автомобіля Renault Logan II, будову і принцип роботи комплексної системи керування двигуном автомобіля, функціонування системи керування двигуном.

Охарактеризована перевірка системи впорску та тиску в паливній системі, перевірка продуктивності паливного насоса та перевірка форсунок.

Подано технічне обслуговування системи впорску палива, аналіз використання обладнання для діагностики електронних систем керування бензиновими двигунами та розробка технологічного процесу проведення робіт на дільниці.

Вибрано спосіб ремонту електромагнітної форсунки, схему технологічного процесу ремонту форсунок, план технологічних операцій та зміст операцій переходу.

В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючих пристроїв для перевірки комплексних систем керування двигуном, аналіз пристосування для заpresовки фільтра форсунки.

Описано будову і принцип роботи стенду для ультразвукової очистки і діагностики форсунок та виконувані на ньому операції та розраховано параметри електричного живлення пристрою.

В четвертому розділі розглянуто питання охорони праці та здійснено відповідний розрахунок.

					<i>КРБ.605.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Венгер М.П., Заверуха Р.Р., Курус В.М. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт», спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 48 с.
2. Поберезний І.Т. Короткий автомобільний довідник. Київ: Транспорт, 2015. 220с.
3. Ремонтуємо Renault Logan II. Ілюстроване керівництво. «Своїми силами». Київ: За кермом, 2021. - 240с.
4. Двигун Renault Logan II із системою розподіленого упорскування палива. Контролер M 1.5.4N Київ: За кермом, 2021. - 88с.
5. Система керування двигуном Renault Logan II з розподіленим упорскуванням палива. Київ: ПетерГранд, 2022. 112 с.
6. Байт Ч. Автомобільні двигуни: Системи керування й упорскування палива. Керівництво. Київ: Альфамер Паблішинг, 2021. 316с.
7. Сост В.А. Системи упорскування палива фірми BOSCH. Київ: Петит, 2022. 200с.
8. Філенко В.А. Посібник з ремонту, діагностиці, експлуатації і технічному обслуговуванню систем упорскування закордонних автомобілів. Київ: Техносфера, 2021. 272с.
9. Ремонт форсунок Renault Logan II URL: https://turbosto.com.ua/ua/remont-forsunok-ternopil/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=%D0%A0%D0%B5%D0%BC%DV5Pa1BoCNUsQAvD_BwE (дата звернення 2.05.2025).
10. Діагностика форсунок Renault Logan II URL: <https://www.dieselskiev.com.ua/diagnostika-ta-remoforsunok/>

utm_source=google&

aYlb4JDCZrjXbSsY1heyR63HVNxSz7Dgap76Qi1w7ki4SfWY5CnLXxTNhoCtIoQAvD_BwE(дата звернення 12.05.2025).

11. Демонтаж форсунок автомобіля Renault Logan II URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Kr4fEYl7WlU>(дата звернення 22.05.2025).

12. Технічне обслуговування форсунок Renault Logan II URL: [https://stodrayv.com.ua/remont-Renault Logan II -kyev/](https://stodrayv.com.ua/remont-Renault-Logan-II-kyev/) (дата звернення 4.04.2025).

13. Ремонт системи впрыску палива URL: [https://flagma.ua/remont-dizelnyh-forsunok-Renault Logan II -o4419353.html](https://flagma.ua/remont-dizelnyh-forsunok-Renault-Logan-II-o4419353.html) (дата звернення 14.04.2025).

14. Ремонт автомобіля Citroen URL: [https://bcs.avers-c.com.ua/ru/dizel-centr/remont-Renault Logan II /](https://bcs.avers-c.com.ua/ru/dizel-centr/remont-Renault-Logan-II/)(дата звернення 9.05.2025).

15. Ремонт форсунок автомобіля URL:<https://ukrparts.com.ua/category/toplivnaya-forsunka/c82/citroen/berlingo/> (дата звернення 16.05.2025).

16. Гарантійне обслуговування впрыску двигуна Renault Logan II URL: https://garantservice.dp.ua/?gclid=CjwKCAjwyNSoBhA9EiwA5aYlb4N6rP_JBYZ6Uw2kENXbRRUCxScwdBpjGlwE7_9QqGXhIFa7VWJUUVhoC_qYQAvD_BwE (дата звернення 26.05.2025).

17. Кучерявий В. П. Охорона праці. Львів: Оріяна - Нова, 2017. 360с.

18. Чернявська В.О. Основи безпечної праці. Київ: ТОВ «ПРОПАПР», 2023. 345с.

					КРБ.605.05.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71