

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

# Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра

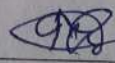
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

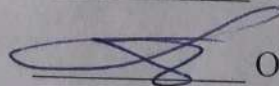
Освітньо-професійна програма: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

на тему: «Вдосконалення технологічного процесу ремонту та  
технічної експлуатації форсунок бензинових двигунів»


Шифр: ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ

Виконав студент 3 курсу, група МТВАс -19-2  С.І. Федоришин

Керівник к.т.н., доц

 О.П. Бабак

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

1 06 2022\_р.

Хмельницький, 2022 р.

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему «Вдосконалення технологічного процесу ремонту та технічної експлуатації форсунок бензинових двигунів» містить 66 сторінок текстового документа, 1 додаток, 5 використаних джерел, презентаційний комплекс – 13 слайдів.

Багато сучасних автомобілів оснащуються системами упорскування палива. Стан форсунок – невід'ємної частини системи упорскування – багато в чому визначає ефективність роботи двигуна. Упорскування палива має незаперечні переваги в порівнянні з карбюраторним принципом сумішоутворення. У першу чергу, це більш точне дозування палива, а отже, більша економічність і приємність автомобіля, і менша токсичність газів, що відробили. Однак основна виконавча деталь системи упорскування – форсунка – працює в тяжких умовах, і тому досить вимоглива до обслуговування.

Форсунка (інжектор) – керований електромагнітний клапан, що забезпечує дозовану подачу палива в циліндри двигуна. Існують форсунки для центрального (однокрапкового, моно) і розподіленого (багатоточкового) упорскування.

Система постачання двигуна паливом є однієї з найбільш важливих систем у сучасних автомобілях, якість розіпнула палива у впускному трубопроводі прямо впливає тягові і паливо-економічні характеристики автомобілів. У зв'язку з низькою якістю палива на частині автомобільних заправних станцій в Україні автовласники часто зустрічаються із засміченням системи паливоподачі на автомобілях. Розробка недорогого, зручного в обслуговуванні устаткування для перевірки та очищення бензинових форсунок є однієї з актуальніших завдань нашого часу.

**ФОРСУНКА, ПАЛИВНА СИСТЕМА, ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ, РЕМОНТ.**

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: *бакалавр*  
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»  
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»  
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедрою ТАМ

Диха О.В. \_\_\_\_\_

" 20 " квітня 2022 р. \_\_\_\_\_

**З А В Д А Н Н Я**  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

**Федоришина Сергія Ігоровича**

1. Тема проекту:

*«Вдосконалення технологічного процесу ремонту та технічної експлуатації форсунок бензинових двигунів»*

керівник проекту: Бабак О.П., к.т.н., доц..

Затверджено наказом університету від 1 березня 2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) *Технічні умови на технологію виготовлення деталей паливної системи бензинових двигунів автомобілей.*
- 2) *Річна програма ремонту деталей.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Пристрій і принцип роботи форсунки бензинового двигуна*
- 2 *Основні несправності систем живлення бензинових двигунів, їх причини й ознаки*
  - 2.1 *Опис принципу роботи електронного впорскування бензину*
  - 2.2 *Діагностування технічного стану систем впорскування*
  - 2.3 *Перевірка тиску подачі палива й продуктивності паливного насоса.*
- 3 *Пристрої стенда для перевірки та очищення форсунок бензинових двигунів*
  - 3.1 *Вимоги безпеки при виконанні роботи*
  - 3.2 *Підготовка перед перевіркою і очищенням форсунок*
  - 3.3 *Ультразвукове очищення*
  - 3.4 *Контроль балансу і якості розпилювання*
- 4 *Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок*
  - 4.1 *Стенд для перевірки та ультразвукового чищення форсунок Websonic*
  - 4.2 *Підбір комплектуючих для стенда*
  - 4.3 *Технологічний процес діагностування форсунок на стенді*

5. Консультанти розділів роботи

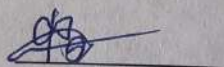
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 20 квітня 2022р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел	1.05.2022	
2	Пристрій і принцип роботи форсунки бензинового двигуна	15.05.2022	
3	Основні несправності систем живлення бензинових двигунів, їх причини й ознаки	20.05.2022	
4	Пристрої стенда для перевірки та очищення форсунок бензинових двигунів	25.05.2022	
5	Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок	1.06.2022	
6	Оформлення презентаційних матеріалів	10.06.2022	

Студент



Федоришин С.І.

Керівник роботи



Бабак О.П.

ЗМІСТ

сторінки

ВСТУП.....4

1 Пристрій і принцип роботи форсунки бензинового двигуна.....5

2 Пристрій, основні несправності систем живлення бензинових двигунів, їх причини й ознаки.....18

2.1 Опис принципу роботи електронного впорскування бензину.....18

2.2 Діагностування технічного стану систем впорскування.....23

2.3 Перевірка тиску подачі палива й продуктивності паливного насоса. ....24

3 Пристрої стенда для перевірки та очищення форсунок бензинових двигунів.....30

3.1 Вимоги безпеки при виконанні роботи.....34

3.2 Підготовка перед перевіркою і очищенням форсунок.....34

3.3 Ультразвукове очищення.....34

3.4 Контроль балансу і якості розпилювання.....35

4 Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок.....45

4.1 Стенд для перевірки й ультразвукового чищення форсунок Websonic ...49

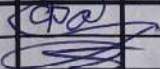
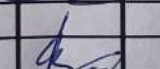


4.2 Підбір комплектуючих для стенда.....54

4.3 Технологічний процес діагностування форсунок на стенді.....56

ВИСНОВКИ.....64

ЛІТЕРАТУРА.....65

ДОДАТКИ.....66

					<b>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ доким.	Підпис	Дата	Вдосконалення технологічного процесу ремонту та технічної експлуатації форсунок бензинових двигунів	Літ.	Арк.	Акришів
Розроб.		Федоришин					3	66
Перевір.		Бабак						
Реценз.								
Н. Контр.		Ридик						
Затверд.		Духа						ХНУ група МТВАс 19-2

## ВСТУП

На думку більшості експертів автомобільний ринок перейшов до стадії росту, в основному за рахунок різних моделей автомобілів.

У трійку лідерів попадають і корейські виробники KIA (-10,9%) і Hyundai (-15,2%), реалізація кожного з яких перевищила 100 тис. одиниць. Таким чином, частка кожного з них перебуває в районі 10%. За ними розташовується французька компанія Renault (-7,4%) з майже 8% - ний часток, отриманої за рахунок продажу більш ніж 80 тис. екземплярів. Замикає п'ятірку лідерів японська Toyota із приблизно 70 тис. проданих машин (-6%), що досяглася ринкової частки в 6,7%.

Система постачання двигуна паливом є однієї з найбільш важливих систем у сучасних автомобілях, якість розіпнула палива у впускному трубопроводі прямо впливає тягові й паливomeкономічні характеристики автомобілів. У зв'язку з низькою якістю палива на частині автомобільних заправних станцій в Україні автовласники часто зустрічаються із засміченням системи паливоподачі на автомобілях. Розробка недорогого, зручного в обслуговуванні устаткування для перевірки та очищення бензинових форсунок є однієї з актуальніших завдань нашого часу.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>4</b>

## 1. Пристрій і принцип роботи форсунки бензинового двигуна

Багато сучасних автомобілів оснащуються системами упорскування палива. Стан форсунок – невід'ємної частини системи упорскування – багато в чому визначає ефективність роботи двигуна. Упорскування палива має незаперечні переваги в порівнянні з карбюраторним принципом сумішоутворення. У першу чергу, це більш точне дозування палива, а отже, більша економічність і приємність автомобіля, і менша токсичність газів, що відробили. Однак основна виконавча деталь системи упорскування – форсунка – працює в тяжких умовах, і тому досить вимоглива до обслуговування.

Форсунка (інжектор) – керований електромагнітний клапан, що забезпечує дозовану подачу палива в циліндри двигуна. Існують форсунки для центрального (однокрапкового, моно) і розподіленого (багатоточкового) упорскування.

Блок керування – електронний блок, керуючий системою упорскування, зокрема, роботою форсунок.

Форсунка (рис. 1.1) являє собою електромагнітний клапан. Форсунка призначена для упорскування дозованого кількості палива, необхідного для готування горючої суміші при різних режимах роботи двигуна. Дозування кількості палива залежить від тривалості електричного імпульсу, що надходить в обмотку котушки електромагніту форсунки. Упорскування палива форсункою синхронізований з положенням поршня в циліндрі двигуна.

Форсунка складається з корпусу 3, кришки 6, обмотки котушки 4, електромагніту, сердечника 8 електромагніту, голки 2 запірною клапана, корпусу 9 розпилювача, насадки 1 розпилювача й фільтра 5. При роботі двигуна паливо під тиском надходить у форсунку через фільтр 5 і проходить до запірною клапана, який перебуває в закритім положенні під дією пружини 7. При вступі електричного імпульсу в обмотку котушки 4 електромагніту виникає магнітне поле, яке притягає сердечник 8 і разом з ним голку 2 запірною клапана. При

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

цьому отвір у корпусі 9 розпилювача відкривається, і паливо під тиском впорскується в розпиленому виді у впускний трубопровід.

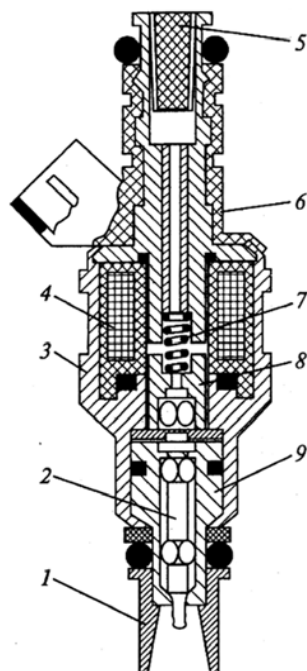


Рисунок 1.1 - Форсунка електронної системи упорскування:  
 1 – насадка; 2 – голка; 3, 9 – корпуси; 4 – обмотка котушки;  
 5 – фільтр; 6 – кришка; 7 – пружина; 8 – сердечник; 9 – корпус

Після припинення вступу електричного імпульсу в обмотку котушки електромагніту магнітне після зникає, і під дією пружини 7 сердечник 8 електромагніту й голка 2 запірної клапана вертаються у вихідне положення. Отвір у корпусі 9 розпилювача закривається, і упорскування палива з форсунки припиняється.

Паливо подається до форсунки під певним (залежним від режиму роботи двигуна) тиском. Електричні імпульси, що надходять на електромагніт форсунки від блоку керування, пускають у хід голчастий клапан, що відкриває і закриваючий канал форсунки. Кількість палива, що розпорошується, пропорційно тривалості імпульсу, що задається блоком керування. Форма і напрямок факела,

що розпорошується, відіграють істотну роль у процесі сумішоутворення і визначаються кількістю та розташуванням розпилюючих отворів.

Розташування, класифікація і маркування форсунок. Центральне упорскування – у загальний впускний трубопровід паливо впорскується однією форсункою (або двома), яка встановлюється перед дросельною заслінкою, у місці, де « повинен стояти карбюратор», і характеризується низьким опором обмотки електромагніту ( до 4–5 Ом).

Розподілене упорскування – окремі форсунки здійснюють упорскування палива у впускні трубопроводи кожного циліндра. Вони розташовуються в підстави впускних трубопроводів (у корпуса головки блоку циліндрів) і відрізняються відносно високим опором обмоток електромагнітів ( до 12–16 Ом), або меншим, але з додатковим блоком опорів. На деяких автомобілях останнього покоління паливо подається безпосередньо в камеру згорання (безпосереднє упорскування). Форсунки таких двигунів відрізняються високою робочою напругою електромагніту ( до 100 В). У маркуванні форсунок може відбиватися фабрична (торговельна) марка або назва; каталожний номер або найменування; номер серії.

Основні ознаки й причини несправності форсунок. Стан форсунок суттєво впливає на роботу двигуна. Основними ознаками їх несправності бувають недостатня потужність, що розвивається двигуном; ривки й провали при збільшенні навантаження на двигун; нестійка робота на малих обертах; підвищена токсичність газів, що відробили. Найпоширенішою несправністю форсунок є їхнє забруднення. Вони розташовані в зоні впливу високих температур. Наслідок цього – закоксовування, що втримуються в паливі (особливо низькоякісному) смолами, утвір на форсунці твердих відкладань, що перекривають (частково або повністю) розпилюючого отвору, що й порушують герметичність голчастого клапана. Крім того, загальне забруднення елементів паливної системи (бака, трубопроводів, фільтра і т.д.) приводить до засмічення

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

часточками шламу каналів і фільтра форсунки. Основним способом відновлення нормальної працездатності форсунок є їхнє промивання.

Перевірка робочих форсунок. Працездатність електромагнітних форсунок розподіленого упорскування в першій наближенні може бути перевірена по зовнішніх ознаках їх роботи. Спочатку перевіряють, чи їсти вібрація форсунки. Рівномірна вібрація свідчить про справну форсунку, а відсутність вібрації або перебої вказують на відхилення в роботі форсунки, що перевіряється. Працездатність форсунки можна визначити при відключенні її з роботи на холостому ході шляхом від'єднання електроживлення. При справно працюючій форсунці частота обертання колінчатого вала, у випадку її відключення, повинна змінитися. Однак слід мати у виді, що на деяких автомобілях установлюється стабілізатор холостого ходу, який необхідно відключати під час зазначеної перевірки.

Продуктивність робочих форсунок перевіряють за обсягом палива, що впливає з неї, при тиску в системі 0,25 МПа й порівнюють отримані значення з нормативними для даного двигуна. Кут конуса розпилу повинен бути рівний приблизно 30°.

У випадку виявлення несправностей форсунки, у першу чергу, слід перевірити стан соленоїдної обмотки. Для цього необхідно визначити її опір і переконатися у відсутності обриву. Номінальний опір повинний відповідати даним фірми-виробника; якщо таких даних ні, опору форсунок, що перевіряються, можна зрівняти між собою.

Більш точна перевірка працездатності форсунок і електронної системи упорскування може бути зроблена за допомогою мотор-тестера або осцилографа по тривалості відкриття форсунки залежно від режиму роботи двигуна. Типові форми імпульсів відкриття клапана форсунки, які тривають від 1 до 14 мс, показані на рис. 1.2.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8



присадкою зі стінок паливної системи, засмічує трубопровід, паливний фільтр, а іноді й самі форсунки, остаточно виводячи їх з ладу. Промивання форсунок за допомогою спеціальної установки без їхнього демонтажу полягає в роботі двигуна на спеціальному паливі, що промиває (сольвенті). Для цього відключається штатний паливний насос автомобіля й магістраль зливу палива в бак (обратка), а паливопровід системи упорскування з'єднується з установкою, що має резервуар із сольвентом, який під тиском подається на форсунки. Процес ділиться на кілька етапів. Спочатку двигун працює в плинні 15 хвилин у режимі холостого ходу. Потім його зупиняють на 15 хвилин для розм'якшення особливо стійких відкладань. Потім двигун знову запускається й працює 15 хвилин у режимі періодичного збільшення обертів до їхнього максимального числа. Заключним етапом промивання є відновлення з'єднань штатних паливопроводів і робота двигуна на бензині в плинні 30 хвилин. Подібне промивання рекомендується проводити через кожні 15–20 тис. км пробігу. Промивання на ультразвуковому стенді з демонтажем форсунок застосовується як крайнього заходу для видалення більших затверділих відкладань, коли перші два способи не приводять до бажаних результатів. Принцип дії таких стендів заснований на руйнуванні відкладань зануреної в спеціальний миючий состав форсунки за допомогою ультразвуку. Крім того, стенди, як правило, дозволяють точно оцінити продуктивність і якість розпили форсунки.

Причини засмічення форсунок. Неякісне паливо – от одна з головних причин поломки форсунок. Величезна кількість смол, які осідають усередині форсунок, знижують пропускну здатність, не дозволяють герметично закриватися клапанам, і тим самим міняється кут струменя палива, що впорскується.

При запуску двигуна в зимовий час, вийдений з ладу клапан є причиною перебагачення суміші, внаслідок чого відбувається підвищена витрата палива й підвищується токсичність газів, що відробили. При некоректнім розпиленні палива відбуваються порушення в процесі сумішоутворення, а це є першою причиною погіршення практично всіх показників двигуна. Засмічення форсунок

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

відбувається при використанні підроблених паливних фільтрів, або ж якщо просто автовласник забув поміняти вчасно фільтр. При тиску в системі палива може просто відбутися розрив фільтра, і бруд, природно, потрапить у форсунки.

Промивання інжектора. Окремо хотілося б відзначити, що в автомобілях з більшим пробігом очищення із присадками може повністю вивести всю систему з ладу, коли весь бруд змивається зі стінок паливного бака й спрямовується до фільтра, і далі – у форсунки. Сітка на форсунках забивається й паливо перестає надходити.

Інший спосіб – це промивання інжектора без демонтажу, тобто інжектор залишається не розібраним. Спочатку відключають бензобак, потім штатний паливний насос і перекривається канал зливу палива в бак. Одночасно із цим паливопровід машини з'єднується із професійним стендом, який подає в систему спеціальну рідину. Два прогони рідини із двома перервами по 15–20 хвилин на кожні 15–20 тис. кілометрів пробігу, і паливна система буде підготовлена до зими.

Ультразвуковий стенд – от ще один зі способів чищення. Форсунки знімають і поміщають у ванну з миючим розчином, де під дією ультразвуку навіть найдужчі відкладання руйнуються.

На цьому ж стенді можна перевірити якість чищення. Досвід показав, що ультразвуковий метод найбільш ефективний, і він навіть може повернути до життя форсунки, які вже не підлягають ремонту.

Ознаки несправностей і складності ремонту. Як тільки з'явилася перевитрата палива й сильна дим на вихлопі – настав час задуматися про ремонт форсунок або їх своєчасній заміні. Ремонт, природно, обійдеться дешевше, і, якщо він реальний, краще зупинитися на ньому.

Якщо ж зношування, корозія або засмічення форсунок перевищують припустимі рівні – форсунки підлягають заміні.

Сьогодні ремонт форсунок не становить проблем, однак тільки досвідчені фахівці автосервісу можуть визначити несправності й полагодити форсунки. Для

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>11</i>

цього проводиться спеціальний тест на перевірку рухливості голки розпилювача й тиску відкриття форсунки – у різних моделях авто ці показники відрізняються. Особливо складним вважається ремонт двохпружинних форсунок упорскування. Її нормальний стан – 0,03–0,05 мм підйому при упорскуванні палива під тиском до 250 кг/мм<sup>2</sup> із пропуском попередньої порції пального. Виміряти цей зазор або відхилення від нього, а також точність дози палива для упорскування, яка подається розпилювачем у циліндр форсунки, здатна тільки дуже чутлива діагностична апаратура.

Голка форсунки може заклинити (що змінить форму палаючого факела) або засмітитися. Її можна прочистити вручну, розібравши й використавши набір щіточок або ультразвук. Іноді необхідно замінити розпилювач і голку. Але щоб переконатися, що несправний саме розпилювач, необхідний обов'язковий тестовий стенд перевірки стабільності факела. Рідко трапляються поломки шайби між розпилювачем і пружиною (тільки заміна), іноді розслаблюється, просідає або ламається й сама пружина (можна для твердості додати кілька регулювальних шайб), ще рідше – руйнується корпус форсунки. Окремий випадок несправностей форсунок – поломка форсунок упорскування з електричними датчиками контролю голки. Може виникнути проблема із запчастинами: знайти запасні датчики набагато складніше, чим механічні комплектуючі для вузла. Заміна розпилювача – захід крайній, однак вона необхідна, якщо розпилювач зруйнувався.

Очищення форсунок. Форсунка працює в умовах впливу високої температури і агресивної рідини. У процесі експлуатації форсунки засмічуються. Відомо, що температура під капотом працюючого двигуна становить приблизно 90 °С. Після зупинки двигуна процес його охолодження стає набагато менш інтенсивним, а в ньому багато деталей з робочою температурою більш 150 °С.

Це означає, що спочатку відбувається загальне нагрівання й температура під капотом починає підвищуватися. Порожнини форсунок, заповнені паливом, у зв'язку з тим, що двигун не працює й немає їх природнього охолодження свіжими

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

порціями палива, також нагріваються. Починається процес крекінгу палива, і лакові відкладання осідають на внутрішніх стінках форсунок (рис. 1.3).

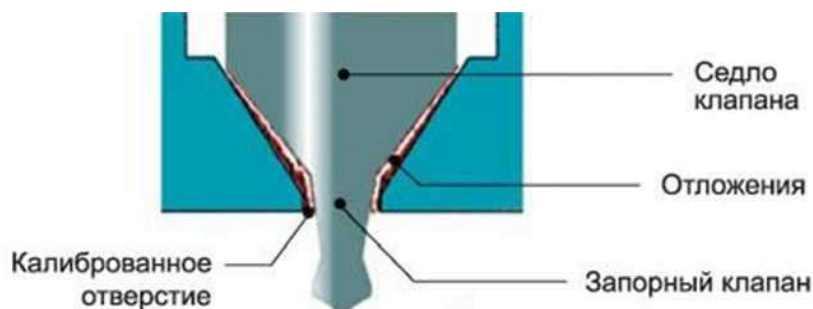


Рисунок 1.3 - Схема твердих лакових відкладань

Відкладання лаку товщиною 5 мікронів або п'ять тисячних часток міліметра зменшують подачу палива з форсунки на 25 %. Згодом вони починають впливати на нормальну працездатність форсунок. Не випадково багато провідних виробників автомобілів через кожні 30 тис. км пробігу рекомендують чистити форсунки за допомогою технології ультразвукової кавітації.

Має місце й інша причина порушення подачі палива. Це осадження часток вуглецю, який фактично приварюється до виступаючого носика голки форсунки або осідає на стінках впускного колектора. Поява часток вуглецю може бути викликана порушенням у роботі клапана рециркуляції вихлопних газів. Інший шлях появи вуглецю – порушення в роботі ГРМ або «зворотний спалах» у впускний колектор. Крім цього, частки вуглецю змінюють форму факела розпилення палива. Якщо відбувається зміна форми розпилення палива, то воно може попадати на стінки впускного колектора й, конденсуючись, перетворюватися назад у рідину. Це означає, що починається так зване плівковий утвір паливоповітряної суміші, саме характерне для «карбюраторного» процесу. Частки вуглецю також адсорбують паливо (воложаться), що приводить до збільшення температури у впускному колекторі, а це, у свою чергу, приводить до збільшення лакових відкладань. У цей час застосовується два способи промивання форсунок:

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- добавка в паливо очисника паливної системи або обробка паливної системи спеціальною рідиною;
- зняття форсунок, їх тестування й очищення на спеціальній установці.

До переваг очищення паливних систем за допомогою очисних рідин слід віднести малу вартість і невеликі працезатрати. Додавання очисної рідини в паливо в більшості випадків дає короткостроковий ефект по поліпшенню роботи двигуна, сповільнює забруднення паливної системи. Використання спеціальних очисних рідин (на яких двигун працює замість палива) очищає паливну систему двигуна, а також дає додатковий ефект, пов'язаний з очищенням від нагару клапанів і циліндрів двигуна. Для очищення форсунок на працюючому двигуні застосовують автономні пристрої як замкненого, так і однобічного циклу, що подають спеціальний состав у паливну магістраль у системах дискретної дії. Штатні паливопроводи, (що як подає, так і зворотного зливу) при цьому від'єднують, а бензонасос відключають, щоб не переносити розчинені відкладання з насоса й паливного бака до форсунок. Ефективність очищення цим методом повністю визначається властивостями очисних рідин і становить 60–90 %.

До недоліків спеціальних рідин необхідно віднести їхню високу токсичність і активність. Порушення інструкцій із застосування цих рідин викликає відмова форсунок, крім того, так і залишаються невідомими рівномірність подачі палива по форсунках і якість розпилу палива.

Очищення форсунок і перевірка їх гідравлічних характеристик на спеціальному стенді має наступні переваги:

- контроль якості розпилення й обсягу подачі палива кожною форсункою, що, у свою чергу, подає повну інформацію для аналізу причин незадовільної роботи двигуна;
- в абсолютній більшості випадків очищення форсунок повністю відновлює їхню працездатність.

Працезатрати такого методу очищення становлять від одного до двох годин на автомобіль, залежно від конструкції двигуна.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>14</b>

Найбільш ефективним устаткуванням у цьому випадку є установка по ультразвуковим очищенню форсунок. Крім функції очищення, вона може бути використана для контролю подачі і якості розпилення палива.

Фізичний принцип ультразвукового чищення. Ультразвукові коливання – це пружні механічні коливання, із частотою від 18 до 120 кГц. Фізика поширення ультразвукових коливань у твердих, рідких і газоподібних середовищах добре вивчена, а тому прилади на основі ультразвуку одержали в цей час дуже широке поширення в самих різних областях техніки.

Одержання механічних коливань ультразвукової частоти здійснюється за допомогою спеціальних перетворювачів, що становлять основу ультразвукових коливальних систем. При поширенні ультразвукових коливань у рідкім середовищі виникають чергування стиску й розрідження, які приводять до перемішування середовища. Якщо ультразвукові коливання мають інтенсивність більш  $1-2 \text{ Вт/мм}^2$ , то в рідині спостерігається ефект, названий ультразвуковою кавітацією.

Рідке середовище характеризується тим, що її частки мають набагато більший потенціал для переміщення, чому в сухій речовині, але вони піддані більш високим силам притягання, чому частки в газах. Молекули води випаровуються в широкому діапазоні температур, але кипіння – строге в «крапці кипіння», яка для дистильованої води рівна  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , тиск пари при цьому досягає значення 1,0 бар.

Якщо піддавати деяка кількість рідини при кімнатній температурі інтенсивному ультразвуковому опроміненню, тоді на стадії вакуумної хвилі (рис. 1.4, стадія А) у рідині формуються численні пухирці газу, які збільшуються до завершення дії фази акустичного вакууму (негативний тиск). Це утворення мікроскопічних пухирців газу (тобто утвір газових порожнеч у рідині) є початком кавітації.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



бруди в робочій рідині. При цьому канал подачі палива очищається по всій довжині.

Найбільш примітним при цьому є те, що повне очищення від забруднень за допомогою ультразвуку досягається навіть у самих вузьких поглибленнях і отворах виробу, що очищається. Форсунки занурюють дозуючою частиною у ванну, установлюючи їх на спеціальний тримач у підвішеному стані.

Після очищення в ультразвуковій ванні роблять так звану зворотне промивання. Для цього витягають із них вхідні фільтри й за допомогою спеціальних адаптерів установлюють у ванну. Залишки забруднень вимиваються тестовою рідиною у зворотному напрямку. Якщо форсунки сильно забруднені, то для досягнення прийнятної якості процес очищення доводиться повторювати кілька раз.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>17</i>

## 2 Пристрій, основні несправності систем живлення бензинових двигунів, їх причини й ознаки

### 2.1 Опис принципу роботи електронного впорскування бензину

Пристрій системи живлення розглянемо на прикладі електронного впорскування бензину Motronic (рис. 2.1).

Принцип роботи системи полягає в тому, що електронний блок керування одержує сигнали від датчиків автомобіля про температуру, швидкість, положення педалі подачі палива, частоті обертання колінчатого вала, складу суміші (датчик лямбда-зонда) і ін., обробляє отримані сигнали і видає команду на електричну форсунку по напрузі, збільшуючи або зменшуючи тривалість її відкриття. Це, у свою чергу, приводить до того, що в циліндри двигуна подається більше або менше палива.

Установлений з торця розподільної магістралі регулятор тиску палива 4 у системі підтримує постійний тиск упорскування й здійснює злив зайвого палива в бак. Цим забезпечується циркуляція палива в системі і виключається утвенню парових пробок.

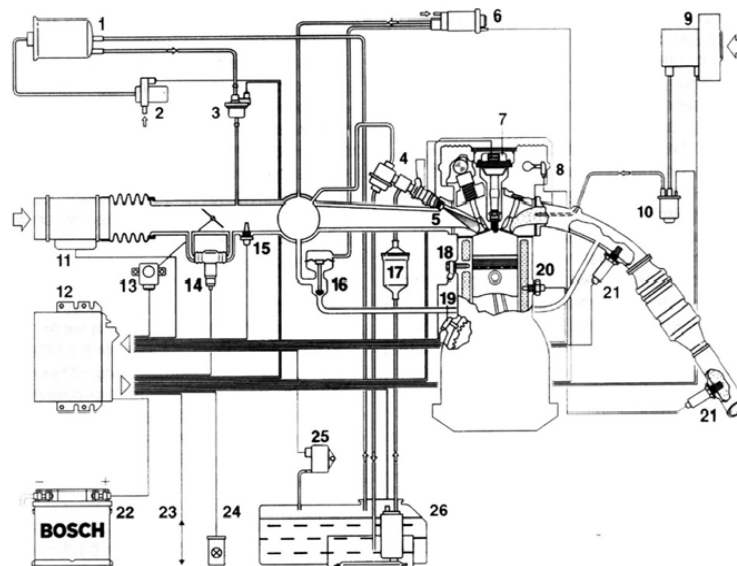


Рисунок 2.1 - Схема електронного упорскування Motronic, із вбудованою системою діагностики:

1 – адсорбер; 2 – клапан впуску повітря; 3 – клапан регенерації продувки; 4 – регулятор тиску палива; 5 – форсунка; 6 – регулятор тиску; 7 – котушкасвіча запалювання; 8 – датчик фази; 9 – допоміжний повітряний насос для подачі додаткових порцій повітря; 10 – допоміжний повітряний клапан; 11 – витратомір повітря; 12 – блок керування; 13 – датчик положення дросельної заслінки; 14 – клапан додаткової подачі повітря (регулятор холостого ходу); 15 – датчик температури повітря; 16 – клапан системи рециркуляції газів, що відробили; 17 – паливний фільтр; 18 – датчик детонації; 19 – датчик частоти обертання колінчатого вала; 20 – датчик температури охолодної рідини; 21 – лямбда-зонд (кисневий датчик); 22 – акумуляторна батарея; 23 – діагностичне рознімання; 24 – діагностична лампочка; 25 – датчик диференціального тиску; 26 – електричний паливний насос у паливному баку

Оснoву системи становить електронний блок керування 12. Кількість палива, що впорскується, обумовленого часом відкриття електромагнітної форсунки, залежить від сигналу подаваного блоком керування.

Оснoвним параметром, що визначають дозування палива, є обсяг всмоктуваного повітря, вимірюваний витратоміром повітря. Паливо з розподільної магістралі надходить до електромагнітних форсунок. Впорскування палива через форсунки, залежно від особливостей системи впорскування, може бути паралельним (паливо впорскується одночасно всіма форсунками) і послідовним (паливо впорскується один по одному роботи двигуна перед тактом впуску, аналогічно роботі системи запалювання). Момент почала впорскування залежить від навантаження на двигун і частоти обертання колінчатого вала двигуна. Тривалість впорскування визначається блоком керування двигуном.

При запуску холодного двигуна в циліндри надходить підвищена кількість палива в той час, як дросельна заслінка прикрита й повітря для роботи двигуна недостатньо. У цей час по сигналу блоку керування відкривається клапан

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

додаткової подачі повітря, що подає повітря у впускний трубопровід, минаючи дросельну заслінку, що забезпечує усталену роботу двигуна під час прогріву.

Несправності, що найбільше часто зустрічаються, систем упорскування і їх причини наведені в табл. 2.1.

Зовнішні ознаки несправностей системи упорскування можна розділити на наступні групи:

- ознаки при запуску двигуна (двигун не запускається; утруднений запуск двигуна; двигун глухне після запуску);
- ознаки на холостому ходу (нестійка робота двигуна на холостому ходу – нестабільні оберти, тряска, перебої);
- ознаки в русі автомобіля (перебої в роботі двигуна при розгоні, постійній частоті обертання колінчатого вала, гальмуванні двигуном; зниження потужності двигуна; підвищена витрата палива).

Таблиця 2.1 - Несправності системи упорскування бензинового двигуна

Несправність	Причини
Холодний двигун не запускається або запускається із труднощами	Недостатній тиск палива, відсутність тиску несправність пускової форсунки або її ланцюги ( для автомобілів з пусковою форсункою); несправність у ланцюзі датчика охолоджуючої рідини; відсутність або слабкий сигнал від датчика частоти обертання колінчатого вала; несправність потенціометра дросельної заслінки; забруднення форсунок; підвищений опір з боку випускної системи; підсмоктування повітря у впускний колектор

Продовження табл. 2.1

<p>Гарячий запускається з труднощами або не запускається</p>	<p>двигун із</p>	<p>Швидке падіння тиску палива після вимикання двигуна; несанкціонована робота пускової форсунки ( при її наявності); несправність у ланцюзі датчика охолодної рідини; несправність у магістралі витратоміра повітря або датчика абсолютного тиску</p>
<p>Двигун запускається і глухне або хитливо працює у режимі холостого ходу</p>		<p>Підсмоктування повітря у впускний колектор; несправність системи холостого ходу; несправність у ланцюзі датчика температури охолоджуючої рідини; невідповідність тиску палива заданому; несправність у ланцюзі витратоміра повітря або датчика абсолютного тиску</p>
<p>Надмірно частота колінчатого вала в режимі холостого ходу</p>	<p>висока обертання</p>	<p>Підсмоктування повітря у впускний колектор (системи з датчиком абсолютного тиску й системи з витратоміром повітря і <math>\lambda</math>-регулюванням); неправильна робота системи холостого ходу; несправність у ланцюзі датчика положення дросельної заслінки;</p>
<p>«Провали» при прискоренні</p>	<p>при</p>	<p>Недостатній тиск або продуктивність паливного насоса; несправність витратоміра повітря; несправність у ланцюзі датчика положення дросельної заслінки; забруднення форсунок</p>

Закінчення табл. 2.1

Несправність	Причини
«Посмикування» автомобіля і пропуски запалення підлога навантаженням	Недостатній тиск або продуктивність паливного насоса; несправність у ланцюзі витратоміра повітря або датчика абсолютного тиску; несправність у ланцюзі датчика дросельної заслінки; забруднення форсунок
Двигун не розвиває повної потужності	Недостатній тиск або продуктивність паливного насоса; несправність у ланцюзі витратоміра повітря або датчика абсолютного тиску; несправність у ланцюзі датчика дросельної заслінки; підвищений опір випускної системи; забруднення форсунок
Підвищений вміст оксиду вуглецю і (або) підвищена витрата палива	Підвищений тиск палива; несправність у ланцюзі кисневого датчика; несправність у ланцюзі витратоміра повітря або датчика абсолютного тиску; несправність у ланцюзі датчика температури охолоджуючої рідини; розрив діафрагми регулятора тиску палива (системи впорскування); підвищений опір випускної системи

## 2.2 Діагностування технічного стану систем впорскування

Загальне діагностування. Підвищення надійності системи впорскування, а також попередження відмов і несправностей досягається використанням функцій електронного забезпечення роботи двигуна, яке дозволяє не тільки оптимально управляти робочими процесами впорскування, але також здійснювати діагностування технічного стану системи як підключенням зовнішнього діагностичного встаткування, так і використанням вбудованих функцій самодіагностики. Виробники автомобілів розробляють спеціальні технології контролю у вигляді зчитування кодів несправностей за допомогою діагностичної лампи або спеціального діагностичного сканера (тестера), що приєднує до діагностичного рознімання. Для цих цілей у комплект сканера входить спеціальна програма, що включає великі бази даних параметрів систем живлення автомобілів.

Діагностування гідравлічних параметрів систем. Перед обслуговуванням і ремонтом паливної апаратури необхідно:

- скинути тиск у системі подачі палива в наступному порядку:
- включити нейтральну передачу, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом;
- від'єднати від електробензонасоса;
- запустити двигун і дати йому попрацювати на холостому ходу до зупинки через виробіток палива;
- включити стартер на 3 із для підбурення тиску в трубопроводах;
- після підвищення тиску й завершення робіт приєднати привід до електробензонасосу.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>23</b>

### 2.3 Перевірка тиску подачі палива й продуктивності паливного насоса.

Для вимірювання тиску в більшості випадків необхідний манометр із набором різних перехідників і адаптерів, що має межі виміру 0,40– 0,45 МПа (рис. 2.2). При перевірці тиску манометр приєднує до паливної магістралі.



Рисунок 2.2 - Набір для вимірювання тиску палива

Перевірка залишкового тиску. Для контролю залишкового тиску необхідно прогріти двигун до робочої температури й виключити його. Орієнтовно можна керуватися наступним: тиск у системі, яке звичайно становить 2,5–3,0 кг/мм<sup>2</sup>, після двадцятихвилинної паузи не повинне бути менш 0,1 МПа. Більш швидке падіння тиску свідчить про витік палива, який може відбуватися в регуляторі тиску, зворотному клапані бензонасоса, а також у форсунках.

Якщо отримане значення менше зазначеного в технічній документації, необхідно перевірити регулятор тиску й продуктивність паливного насоса. При тиску, більшому рекомендованого, слід переконатися у відсутності засмічення регулятора й магістралі зворотного зливу. Вимір кількості палива, що подавати паливним насосом, проводиться за схемою, показаної на рис. 2.3, тобто використовується паливопровід зворотного зливу.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

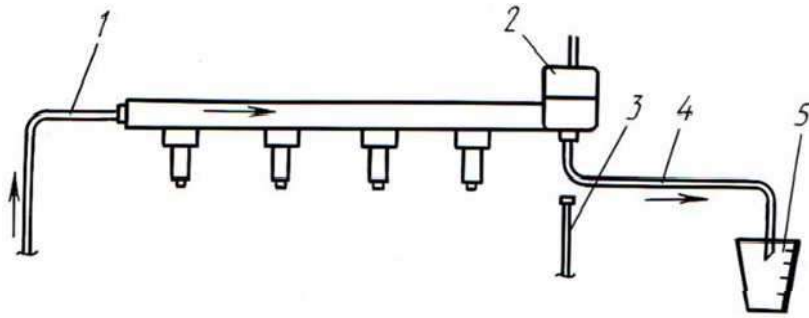


Рисунок 2.3 - Вимірювання продуктивності насоса в системах розподіленого впорскування:

1 – що подає паливопровід; 2 – регулятор тиску;  
3 –паливопровід зворотного зливу; 4 – шланг; 5 – мірна ємність

Для цього його необхідно від'єднати від регулятора тиску і вилучити в ємність обсягом не менш 1,0–1,5 л. Зустрічається досить багато конструкцій, де паливопровід зворотного зливу, що йде від регулятора тиску, металевий і не підлягає яким-небудь вигинам. У цьому випадку можна розташувати мірну ємність у будь-якому зручному для розстикування зворотного паливопроводу місці або замість штатного паливопроводу приєднати до регулятора підходящий гумовий шланг, забезпечивши при цьому надійне герметичне з'єднання. Потім потрібно включити паливний насос і виміряти обсяг палива, що зробив у мірній посуд за 30 с; залежно від типу системи він становить 0,75–1,0 л.

Якщо за якимись причинами включення паливного насоса без запуску двигуна утруднене, насос можна перевірити на працюючому двигуні, тому що кількість палива, споживаної прогрітим двигуном у режимі холостого ходу, незначно (практично все паливо перепускається назад у бак). Однак у цьому випадку необхідно винести мірну ємність із підкапотного простору щоб уникнути випадкового запалення палива.

Якщо продуктивність насоса нижче заданої, слід перевірити стан паливного фільтра магістралі, що й подає. При справних фільтрах і паливопроводі причиною недостатньої продуктивності може бути розрив або тріщина в, що подає

паливопровід усередині бензобака ( для насосів заглибного типу), а якщо ні, то необхідно замінити сам бензонасос.

Регулятор тиску перевіряють залежно від системного тиску. Якщо тиск нормальний або знижене, необхідно на двигуні, що працює в режимі холостого ходу, зняти шланг підведення розрідження з регулятора. Тиск повинний збільшитися на 0,5–0,6 кг/мм<sup>2</sup>. Якщо тиск не збільшується, тоді віджимають паливопровід зворотного зливу. Збільшення тиску палива до 4–5 кг/мм<sup>2</sup> говорить про несправність регулятора тиску.

Якщо при пережатому паливопроводі зворотного зливу тиск не зростає, потрібно перевірити продуктивність паливного насоса.

Гумові шланги для підведення і зливу палива в нових автомобілях не застосовують. Замість них використовують металеві трубки, з'єднані з паливною магістраллю. У цьому випадку штатну трубку зворотного зливу від'єднують і під'єднують на її місце спеціально підібраний штуцер, з надягнутим на нього гумовим шлангом потрібної довжини. Шланг закріплюють черв'ячним хомутом.

Зробивши заміну, шланг опускають у посудину, запускають двигун, короткочасно віджимають шланг і спостерігають за тиском у паливній магістралі. Якщо тиск підвищений, паливопровід зворотного зливу від'єднують від регулятора й тимчасово приєднують до нього підходящий штуцер, із щільно надягнутим на нього гумовим шлангом, і опускають його в посудину. Якщо після запуску двигуна тиск нормалізується, слід перевірити паливопровід зворотного зливу. Якщо паливопровід не пом'ятий і не засмічений, виходить, несправний регулятор тиску.

Особливості діагностування систем безпосереднього впорскування. Загальна схема системи паливоподачі безпосереднього упорскування показана на рис. 2.4. Паливо від паливоподкачуючого насоса подається до паливного насоса високого тиску (далі – ПНВТ), оснащеному датчиком тиску палива для його точного дозування. ПНВТ укладений у герметичний кожух, і вал насоса приводиться в обертання за допомогою електромагнітної муфти. Подача палива

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Паливний фільтр перебуває в паливному баку і є складовою частиною вузла «насос–датчик» рівня палива й окремо не знімається, необхідно замінити вузол «паливний насос–датчик рівня палива» у зборі. Затримуюча здатність фільтра розрахована на весь строк експлуатації автомобіля. Проте перевірка тиску подачі палива й продуктивності паливного насоса дозволяє діагностувати вузол «паливний насос–датчик рівня палива».

Перевірка тиску подачі палива:

- від'єднують шланг подачі палива від ПНВТ і встановлюють трійник із приєднаним манометром;

- запускають двигун, щоб пустити в хід паливний насос низького тиску.

Обмірюване значення тиску – 0,35–0,45 МПа. Максимальний тиск – 0,6 МПа.

Перевірка продуктивності ПНВТ:

- від'єднують шланг подачі палива від ПНВТ і опускають кінець шланга в градуйовану посудину;

- пускають у хід паливний насос низького тиску, перемкнувши виводи на розніманні реле насоса або за допомогою скануючого приладу. Вимірювана продуктивність – 80–165 л/годину.

При ТО системи живлення, згідно з таблицею інспекційного контролю, проводиться заміна повітряного й паливного фільтрів, перевірка випускної системи й змісту оксиду вуглецю (С) і вуглеводнів (СН) у газах, що відробили.

Поточному ремонту системи живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів можуть зазнати паливні баки, інші деталі не відновлюються й не ремонтуються, а міняються на нові.

Паливні баки можуть мати вм'ятини, розриви, тріщини в стінках або в місцях кріплення заливної горловини й штуцерів, порушення кріплення перегородок до стінок.

Перед ремонтом бак очищають і миють зовні, видаляючи бруд і іржу; внутрішню порожнину промивають миючими розчинами й гарячою водою. Після цього перевіряють герметичність бака, закривають усі отвори заглушками, а до

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>28</b>

штуцера зливального крана або пробки приєднують шланг і занурюють бак у ванну з водою. При надлишковому тиску в баку ( до 0,05 МПа) спостерігають за виділенням пухирців повітря, що вказують місця тріщин або порушень герметичності.

Незначні тріщини в стінках баків знежирюють, флюсують 25 %-ним розчином хлористого цинку й запаюють олов'янисто-свинцевим (ПОС 40) або срібним (Пср 45) припоєм. Більші тріщини і пробоїни ремонтують накладенням латок, засвердлив кінці тріщини, щоб запобігти її подальшому поширенню. Латки закріплюють на ушкоджених місцях пайкою або газовим зварюванням. Якщо при ремонті використовується зварювання, пари палива, що залишилися в баку, слід повністю випарити протягом не менш 3-х годин. Більші вм'ятини на стінках баків усувають у такий спосіб: напроти вм'ятини на протилежній стороні бака вирізують вікно, що забезпечує можливість роботи молотком і оправленням усередині бака; після виправлення ушкодженої стінки вирізане вікно зашпаровують. Вм'ятини можна усувати також шляхом подачі стисненого повітря в бак.

Після завершення ремонтних робіт з бензобаком, потрібно виконати перевірку на герметичність. Для цього необхідно створити в резервуарі тиск порядку 7–15 кПа, попередньо закупоривши всі отвори для шлангів і залишивши лише одне для насоса. Після цього на ємність наносять мильну воду. Відсутність піхирців говорить про успішний ремонт і відсутності місць витоку.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

### 3 Пристрої стенда для перевірки та очищення форсунок бензинових двигунів

Стенд для тестування й промивання форсунок з ванною Tektino INJ-4B (рис. 3.1) дозволяє моделювати будь-які параметри роботи двигуна в процесі тестування, відповідно до особливостей конкретної системи керування двигуном.



Рисунок 3.1 - Загальний вид стенда «INJECTOR CLEANER & TESTER ТЕКТИНО INJ-4B»

Конструкція паливної рампи дозволяє працювати з форсунками з верхньою подачею палива.

Стенд призначений для перевірки і ультразвукового промивання одночасно до 4 форсунок. Ультразвукова ванна з таймером для очищення перебуває в комплекті зі стендом.

Технічні параметри і характеристики стенда:

- розмір – 470×540×520 мм;
- повністю цифрове керування;
- автоматичний і 3 ручних режиму роботи з можливістю зміни будь-яких параметрів у будь-який час;

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



Таблиця 3.1 - Кнопки панелі управління стенда «INJECTOR CLEANER & TESTER ТЕКТИНО INJ-4В» і їх функціональне призначення

Кнопка/Позначення	Опис
	Натисніть цю кнопку, щоб вибрати режим роботи, загориться відповідний світловий індикатор
	Натисніть дану кнопку, щоб вибрати параметр для налаштування, загориться відповідний світловий індикатор
	Режим ультразвукового очищення – дозволяє проводити очищення одночасно кілька форсунок. У даному режимі можна задати тривалість процесу очищення форсунок
	Контроль балансу і якості розпилювання – контроль подачі палива форсунками, факела струменя розпилювання палива, зворотного промивання. У цьому режимі можна задати тривалість і частоту спрацьовування паливних форсунок
	Тест витоків – перевірка наявності витоків під тиском. Параметри встановлюються автоматично, ручне налаштування неможливе
	Контроль продуктивності паливних форсунок – дозволяє виміряти витрату палива протягом 15 секунд. Параметри встановлюються автоматично, ручне налаштування неможливе
	Автоматичне очищення й режим контролю – імітація робочого режиму для перевірки форсунок за певних умов. Програма виконується автоматично

Продовження табл. 3.1

Кнопка/Позначення	Опис
	Функція очищення форсунок на автомобілі – у комплекті є різні перехідники для очищення форсунок різних марок автомобілів ( без зняття з автомобіля)
	Частота обертання – у діапазоні 10–9990 об/хв із кроком 10 об/хв
	Ширина імпульсу – до 0,525 мс із кроком 0,1 мс
	Настроювання часу – до 19999 секунд із кроком 1 с
	Регулювання тиску – відрегулюйте тиск натисканням кнопок «нагору» і «вниз»
	Настроювання параметрів – зміна параметрів натисканням кнопок «нагору» і «вниз»
	Пуск – включення установки
	Зупинка – вимикання установки
	Злив – відкриття електромагнітного клапана для зливу рідини зі скляних мензурок у ємність установки

### 3.1 Вимоги безпеки при виконанні роботи

Уважно ознайомитися з інструкцією і посібником з експлуатації перед початком роботи на установці.

Установка повинна перебувати не менш чому в 3 метрах від джерела полум'я.

Надягти захисні окуляри перед початком роботи на установці.

Виконати заземлення установки, заборонено розбирати і ремонтувати установку силами некваліфікованих фахівців.

Щоб забезпечити надійність роботи установки, використовувати рекомендовану досліжувану рідину і очисник.

### 3.2 Підготовка перед перевіркою і очищенням форсунок

Зняти паливні форсунки з автомобіля, перевірити стан ущільнювальних кілець. Ушкоджене кільце може викликати витік під час перевірки або очищення.

Перевірити й заправити іспитову рідину. Залити іспитову рідину через отвір «Return/Fill» (Злив/ Заправлення) у верхній частині установки. Рекомендується заправити ємність на 2/3 рівня.

Заправити установку для ультразвукового очищення рекомендованим очисником. Голчасті клапани форсунок повинні бути занурені в очисник.

Підібрати відповідні перехідники для підключення форсунок до установки.

### 3.3 Ультразвукове очищення

Приєднати рознімання електроживлення до установки ультразвукового очищення.

Закріпити форсунки на кронштейні установки.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Заправити ультразвукову ванну установки очисником. Рекомендований рівень – на 5–10 мм вище голчастого клапана форсунки.

Приєднати сигнальні проведення, включити електроживлення й установити час очищення.

Вибрати режим ультразвукового очищення і установити час (за замовчуванням 600 сек.). Нажати кнопку «Start» (Пуск).

По закінченню часу ультразвукове очищення автоматично відключається. Зняти форсунки.

Увага:

не включати установку, якщо ультразвукова ванна не заповнена рідиною. А якщо ні, то, установка вийде з ладу;

не опускати у ванну (очисник) сигнальне проведення, щоб не ушкодити його.

### 3.4 Контроль балансу і якості розпилювання

На автомобілях можуть встановлюватися форсунки з верхньою й бічною подачею палива.

#### 3.4.1 Порядок перевірки паливних форсунок з верхньою подачею палива

Відповідно до типу форсунок підібрати перехідники і закріпити їх у паливній рампі установки.

Встановити форсунки (змазати ущільнювальні кільця). Відрегулювати висоту гвинта й гайки з рифленням відповідно до висоти форсунок. Встановити паливну рампу з форсунками на кронштейн установки. Затягти дві гайки з рифленням, як показано на рис. 3.3.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>35</b>

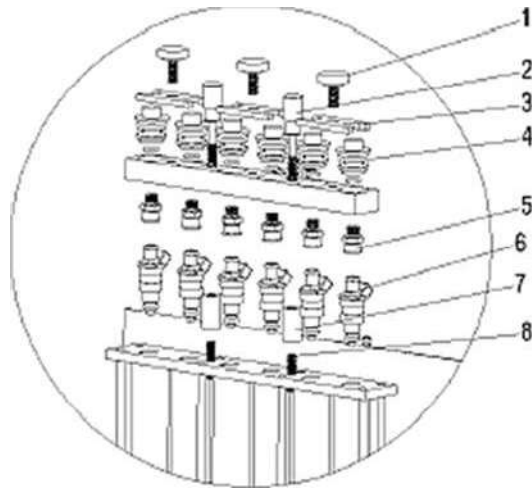


Рисунок 3.3 - Схема установки паливної рампи для форсунок з верхньою подачею палива:

- 1 – гвинт із плоскою головою; 2 – гвинт із рифленням;
- 3 – опукло-вгнута пластина; 4 – заглушка паливної рампи;
- 5 – перехідник; 6 – форсунка з верхньою подачею палива;
- 7 – гайка з рифленням; 8 – регулювальний гвинт

Приєднати сигнальні проведення до форсунок. Нажати кнопку «Drainage» (Злив), щоб злити дослідну рідину з мірних мензурок.

Вибрати на панелі керування режим перевірки балансу і якості розпилювання. Ввести робочі параметри, нажати кнопку «start» (пуск).

Система автоматично зупиниться після завершення випробування і спрацює звуковий сигнал.

#### 3.4.2 Порядок перевірки паливних форсунок з бічною подачею палива

Вибрати з комплекту перехідники для форсунок з бічною подачею палива (необхідно підібрати ущільнювальне кільце для кріплення форсунки в перехіднику. Ущільнювальні кільця і паливні форсунки слід змазати).

Закріпити форсунки в перехідниках, потім установити їх у паливній рампі.

Установити хрестоподібну пластину, затягти гвинти (рис. 3.4).

Примітка.

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

У процесі тестування відключений режим зливу ( за замовчуванням), закритий електромагнітний клапан. Нажати кнопку «Drainage» (Злив), щоб включити режим зливу рідини з мензурок.

Тиск у системі можна відрегулювати натисканням кнопок «Up» (Нагору) і «Down» (Униз). Натисканням кнопки «Item» (Режим) і «Start» (Пуск) можна відновити значення тиску, обрані за замовчуванням. При перевірці балансу обсяг рідини в мензурках повинен становити 30 мл.

Необхідно враховувати також утворення піни, щоб запобігти переповненню мензурок. Для вибору робочих параметрів можна використовувати формулу: ширина імпульсу (мс) × час (с) × частота обертання ( мм/хв) / 120 ≤ 18000.

Різниця в продуктивності форсунок не повинна перевищувати ±2 %.

Під час роботи можна вибрати параметри «частота обертання» або «ширина імпульсу» натисканням кнопки ► или ◀. Це дозволить змінити умови роботи.

Факел розпилу повинен бути однаковим, рівним, без різких сплесків. А якщо ні, то, форсунки вимагають заміни. У режимі контролю розпилювання можна оцінити мінімальну ширину імпульсу відкриття форсунки, щоб зрівняти характеристики різних форсунок (одного двигуна). Збільшити ширину імпульсу сигналу доти, поки форсунка не почне розпилювання (у цей момент можна включити підсвічування). Це і є мінімальний імпульс. Оцінити різницю між мінімальними імпульсами відкриття декількох форсунок.

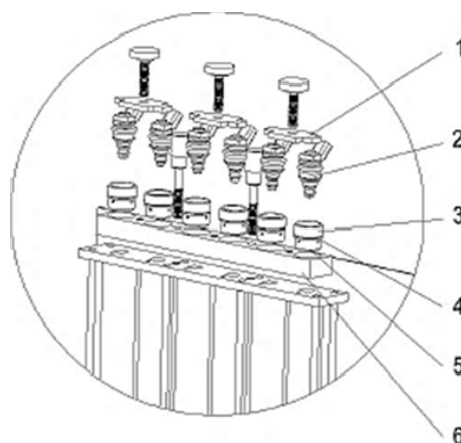


Рисунок 3.4 - Схема установки паливної рампи для форсунок з бічною подачею палива:

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ				

1 – хрестоподібна пластина; 2 – форсунка з бічною подачею палива; 3 – перехідник для форсунки з бічною подачею палива; 4, 5 – ущільнювальне кільце; 6 – паливна рампа для форсунок з бічною подачею палива

### 3.4.3 Очищення форсунок зворотним промиванням

Очищення зворотним промиванням передбачена тільки для форсунок з верхньою подачею палива в режимі контролю балансу і якості розпилювання. У цьому випадку паливо попадає у форсунку через вихідний отвір (розпилювач) і випливає через вхідний отвір. Це дозволяє очистити форсунки й фільтри. Вибрати перехідники для установки форсунок « у переверненому стані» і закріпити їх у паливній рампі.

Встановити форсунки в переверненому стані (вихідним отвором зверху, вхідним – знизу).

Підібрати нижнє кріплення для форсунок. Відрегулювати висоту гвинта і гайок з рифленням відповідно до висоти форсунок. Встановити паливну рампу і форсунки на кронштейн, затягти два гвинти з рифленням, як показано на рис. 3.5.

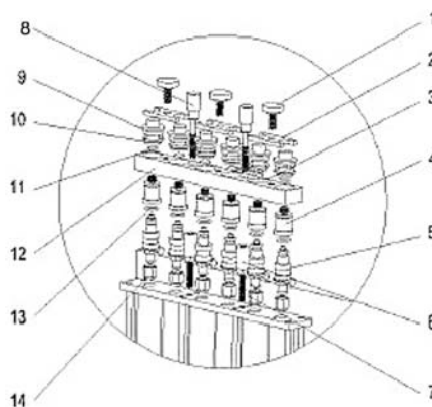


Рисунок 3.5 - Схема установки паливної рампи для зворотного промивання форсунок:

1 – гвинт із плоскою головкою; 2 – опукло-вгнута пластина;  
3 – заглушка паливної рампи; 4 – перехідник для зворотного промивання;  
5 – паливна форсунка; 6 – гайка з рифленням; 7 – регулювальний гвинт;  
8 – гвинт із рифленням; 9, 10, 11, 13 – ущільнювальне кільце;

12 – паливна рампа; 14 – нижнє кріплення

#### 3.4.4 Контроль витоків

Порядок виконання операцій аналогічний процедурі контролю балансу і якості розпилювання паливних форсунок.

Вибрати режим контролю витоків, натиснути кнопку «Start» (Пуск), система включить даний режим.

Оцінити виток по наявності крапель палива. Частота падіння крапель не повинна перевищувати значення, рівне однієї краплі у хвилину (або відповідно до вимог автовиробника). За замовчуванням встановлений час тестування, рівне однієї хвилині, при цьому тиск повинний бути на 10 % вище значення, встановленого виробником. Його можна відрегулювати натисканням кнопок «Up» (Нагору) і «Down» (Униз). Можна натиснути кнопку «Item» (Режим), потім кнопку «Start» (Пуск), щоб відновити значення тиску, обране за замовчуванням.

Система автоматично виключить режим перевірки витоків після завершення випробування, спрацює звуковий сигнал.

#### 3.4.5 Контроль продуктивності паливних форсунок

Порядок виконання операцій аналогічний процедурі контролю балансу і якості розпилювання паливних форсунок .

Перед тестуванням продуктивності натиснути кнопку «Drainage» (Злив), щоб спустошити мензурки установки.

Вибрати режим контролю продуктивності паливних форсунок, натиснути кнопку «Start» (Пуск), система включить даний режим.

Натиснути кнопки «Up» (Нагору) або «Down» (Униз), щоб відрегулювати тиск. Примітка.

Натиснути кнопку «Item» (Режим), потім кнопку «Start» (Пуск), щоб відновити значення тиску, обране за замовчуванням.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>39</b>

Система автоматично виключить режим перевірки продуктивності паливних форсунок після завершення випробування, спрацює звуковий сигнал.

#### 3.4.6 Автоматичне очищення і функція контролю

Режим автоматичного очищення і тестування містить у собі вищезгадані методи тестування (15-секундний контроль продуктивності при постійній подачі палива, у режимі холостого ходу, на середній частоті, при максимальній частоті, при зміні частоти і зміні ширини імпульсу керування).

Порядок виконання операцій аналогічний процедурі контролю балансу і якості розпилювання паливних форсунок .

Нажати кнопку «Drainage» (Злив), щоб злити рідина з мензурок перед виконанням автоматичного очищення й тестування форсунок.

Вибрати режим автоматичного очищення й тестування, нажати кнопку «Start» (Пуск), щоб запустити режим.

Під час роботи відрегулювати тиск натисканням кнопок «Up» (Нагору) і «Down» (Униз). Нажати кнопку «Item» (Режим), потім кнопку «Start» (Пуск), щоб відновити значення тиску, обране за замовчуванням.

Система автоматично виключить режим після завершення випробування, спрацює звуковий сигнал.

#### 3.4.7 Очищення форсунок на автомобілі

Перед проведенням очищення на автомобілі перевірити наявність дослідної рідини або очисника в ємності (баку). Замінити рідину і очисник у такий спосіб: зняти трубку контролю рівня рідини з лівої сторони установки, злити рідина з ємності (бака). Залити небагато рідини, щоб очистити ємність (бак). Утилізувати відпрацьовану рідину. Змішати очисник і паливо ( згідно з інструкцією для очисника). Заправити ємність (бак) отриманою сумішшю.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 3.2 - Заправні обсяги стенда для очищення форсунок на автомобілі

Кількість циліндрів двигуна	4 циліндра	6 циліндрів / 8 циліндрів
Обсяг, необхідний для промивання	800–1000 мл	1500 мл

Приєднати шланги (рис. 3.6) установки для ультразвукового очищення форсунок до шлангів системи подачі палива автомобіля.

Вибрати режим очищення на автомобілі, установити час, натиснути кнопку «Start» (Пуск), вмикати двигун, щоб запустити процес очищення. Залежно від технічних вимог виробника відрегулювати тиск натисканням кнопок «Up» (Нагору) і «Down» (Униз). Можна натиснути кнопку «Item» (Режим), потім кнопку «Start» (Пуск), щоб відновити значення тиску, обране за замовчуванням. Для зупинки процесу натиснути кнопку «Stop» (Стоп).

#### 3.4.8 Підключення установки для очищення форсунок на автомобілі.

Застосовується два способи очищення на автомобілі: підключення до паливної системи з магістраллю зливу палива в бак і підключення до системи без даної магістралі.

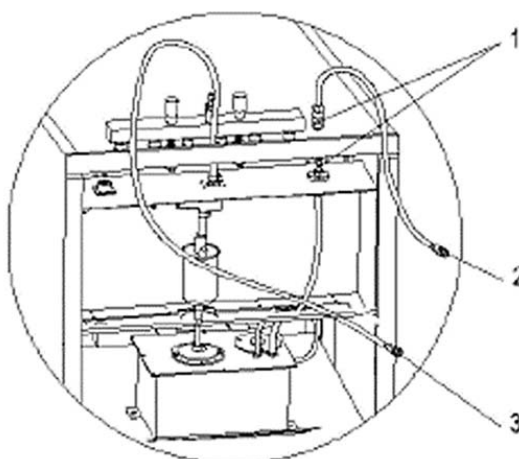


Рисунок 3.6 - Очищення форсунок на автомобілі:

1 – швидкоземні з'єднання для трубки зливу палива;

2– для підключення до штуцера зливу палива;





іспитовою рідиною, приєднати шланг подачі рідини до отвору для зливу. Включити електроживлення, вибрати режим «Leakage test» (Тест витоків), натиснути кнопку «Start» (Пуск), щоб запустити установку на 2–3 хвилини. Припинити роботу установки і злити рідину з ємності (бака) установки. Утилізувати відпрацьовану іспитову рідину.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>44</b>

#### 4 Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок

Технічне завдання на розробку стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок

Розробити стенд для перевірки і очищення бензинових електромагнітних форсунок фірми БОШ встановлюваних на паливну рампу ВАЗ 2190-1144010 (і схожі по конструкції рампи). Очищення форсунок робити за допомогою ультразвуку. Перевірку робити згідно з вимогами технічних умов на форсунки і рампу форсунок.

Передбачити можливість переналадження стенда для перевірки форсунок інших типорозмірів.

Проектоване устаткування передбачається встановити ділянки з ремонту паливної апаратури комплексного таксомоторного парку.

Стенд для перевірки і очищення бензинових форсунок рекомендується розміщати на слюсарному верстаті слюсаря з ремонту паливної апаратури.

Можливість експорту в закордонні країни не передбачена.

Максимально використовувати в конструкції стенда нормалізовані і уніфіковані вузли для полегшення його виробництва в умовах АТП або СТО, рекомендується використовувати вузли системи паливоподачі автомобіля ВАЗ-2190. Забезпечити можливість роботи устаткування до ремонту й чергового ТО. Раму виготовити із труби прямокутного перетину і листового металу зварюванням. По можливості забезпечити оптимально зручну висоту рами.

Забезпечити надійне й швидке кріплення випробуваної рампи форсунок (або окремих форсунок) на стенді.

У якості паливоподаючого пристрою використовувати стандартні електробензонасоси. Для забезпечення роботи стенда скористатися наявним у продажі устаткуванням, що дозволяють імітувати різні режими роботи форсунок,

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>45</b>

добір якого здійснити по каталогах (рекомендується виробник – фірма НПП «НТС»).

Передбачити можливість підсвічування вимірювальних циліндрів для забезпечення підвищення точності контролю якості розпилу палива.

Згідно з вимогами посібника з ремонту і експлуатації, а також виходячи з характеристик системи паливободачі автомобілів LADA, стенд для перевірки і очищення бензинових форсунок повинен мати наступне устаткування:

- паливободаючий пристрій, що забезпечує тиск і напір еквівалентне електробензонасосу автомобіля – тиск у паливній рампі 364 – 400 кПа;
- пристрій, що дозволяє імітувати роботу форсунок (відкриття- закриття електромагнітного клапана);
- вимірювальні пристрої ємністю не менш 40 мл, для контролю працездатності і перевірки балансу форсунок;
- пристрій, що забезпечує замір тиску в паливній рампі.

З конструктивних міркувань і враховуючи характеристики існуючих аналогів, ухвалюємо орієнтовно наступні технічні показники для перевірки і очищення бензинових форсунок:

Габаритні розміри, не більш мм. 800 x 600 x 600

Маса стенда, не більш кг. 300

Тиск у паливній рампі, кПа. 364 – 400

Споживана потужність, не більш кВт·час 0,5

Органи керування розташувати безпосередньо на рамі стенда. Для роботи стенда необхідний один оператор, який здійснює контроль над станом устаткування і сам процес перевірки та очищення форсунок.

Кнопкові і клавішні вимикачі повинні мати світлову індикацію показань “включене” або “виключене”. Органі керування розташувати в напрямку ліворуч праворуч і зверху вниз у послідовності, відповідної до операцій діагностування

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

автомобіля. Кнопки і важелі керування передбачається згрупувати і помістити на окрему панель керування.

На підставі вартості аналогічного устаткування, враховуючи що проєктований стенд для перевірки і очищення бензинових форсунок буде виготовлятися в умовах АТП і з вітчизняних комплектуючих, ухвалюємо собівартість виробу не більш 6000 грн.

Строк окупності устаткування ухвалюємо орієнтовно 3 року.

При виконанні завдання передбачити розробку технічної пропозиції з ескізним проєктом. Обов'язкове пророблення 2-х або більш варіантів компонування.

На узгодження надається технічна пропозиція з ескізним проєктом. Узгодження з іншими організаціями не потрібно. Виготовлення дослідних зразків не передбачається.

Технічна пропозиція на розробку стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок

Отримане завдання на розробку стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок.

Стенд повинен забезпечувати перевірку і очищення форсунок фірми БОШ, застосовуваних у системах розподіленого фазованого впорскування палива.

Стенд передбачається використовувати для перевірки і очищення бензинових форсунок на АТП, СТО, пасажирських АТП, БЦТО, таксомоторних парках. Стенд розробити на підставі існуючого устаткування аналогічного призначення, шляхом спрощення конструкції.

Стенд містить раму, на якій розташовуються кронштейни для кріплення рампи форсунок. Очищення форсунок проводиться в ультразвуковій ванні, при цьому вони закріплюються в спеціальному оправленні. Є 4 вимірювальних циліндра для контролю якості розпилюванню палива і подачі форсунок.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

До конструкції стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок пред'являються наступні вимоги:

Рама стенда повинна мати достатню міцність,

Стенд повинен мати паливоподаючий пристрій.

При перевірці балансу форсунок стенд повинен забезпечити 3 частотних режиму відкриття-закриття форсунок,

Стенд повинен бути оснащений сучасними контрольніагностичними приладами і датчиками, що забезпечують вимір із заданою точністю при мінімальних погрішностях.

Для зручності і простоти виготовлення в конструкції стенда необхідно по можливості використовувати нормалізовані і уніфіковані вузли та агрегати.

При роботі стенд повинен створювати мінімальні вібрації видавати шум у припустимих межах, також стенд повинен відповідати всім вимогам виробничої безпеки.

Конструкція опорних пристроїв повинна забезпечувати мінімальні витрати часу на установку і зняття рампи форсунок зі стенда.

Стенд для перевірки і очищення бензинових форсунок повинен забезпечити можливість контролю наступних параметрів:

тиск у рампі форсунок;

наявність обривів або КЗ у системі керування форсунками;

баланс форсунок;

герметичність форсунки;

якість розпилювання палива.

У результаті пошуку були виявлені наступні стенди, що серійно випускаються, і патенти аналогічного призначення:

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>48</b>

#### 4.1 Стенд для перевірки та ультразвукового чищення форсунок Websonic

Стенд для перевірки і очищення бензинових форсунок ((рис. 4.1, 4.2, 4.3).

Стенд ДД-2200 для перевірки і очищення бензинових форсунок (інжекторів) (рис. 4.4).

Стенд для перевірки і ультразвукового чищення форсунок Websonic містить у собі інжинірингова компанія WEBER MS:

ультразвукову ванну з підігрівом (далі в тексті УЗВ);

гідравлічний контур перевірки працездатності форсунок;

пульт керування й контролю системи.

УЗВ забезпечує очищення форсунок від відкладань, що утворювалися в процесі роботи двигуна. Наявність підігріву промивної рідини в УЗВ дозволяє використовувати при роботі більш широкий спектр рідин, призначених для роботи при температурі близько 60°C.

Гідравлічний контур стенда перевірки форсунок дозволяє перевірити якість розпилення і витрата форсунок. До його складу входять насос, фільтр, регулятор тиску з манометром, система трубопроводів і набір переходників для установки форсунок різних типів. При даній операції слід застосовувати стробоскопічний контроль.

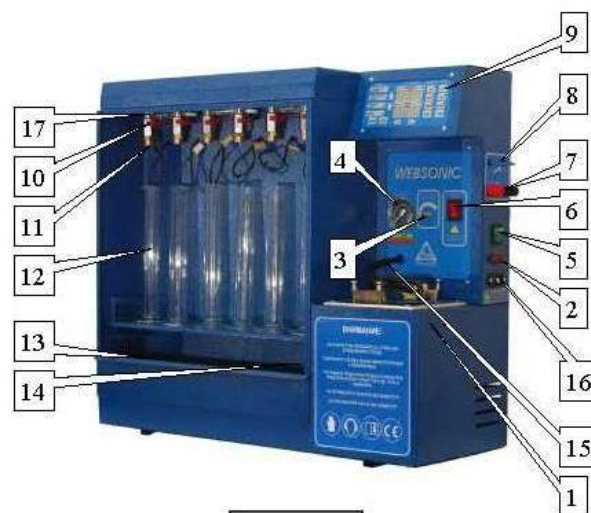


Рисунок 4.1 – Стенд для перевірки й ультразвукового чищення форсунок Websonic:

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

1 - УЗВ із підставкою під форсунки; 2-Гніздо запобіжника; 3- Дросель регулювання тиску; 4 - Манометр; 5 - Тумблер включення сіткової напруги (зелений, постачений підсвічуванням у включеному стані); 6 - Тумблер включення обігріву УЗВ (червоний, з підсвічуванням у включеному стані); 7 - Клеми  $\pm 12$  В для живлення стробоскопа; 8 - Петля для синхронізації стробоскопа; 9 - Пульти керування; 10 - Крани подачі перевірконої рідини на форсунки; 11 - Наставовчі місця для форсунок; 12 - Мірні циліндри; 13 - Фільтр тонкого очищення; 14 - Зливальний штуцер; 15 - 6 рознімань для підключення форсунок для чищення в УЗВ; 16 - Рознімання живлення 220 В; 17 - 6 рознімань для підключення форсунок у режимі перевірки і контролю

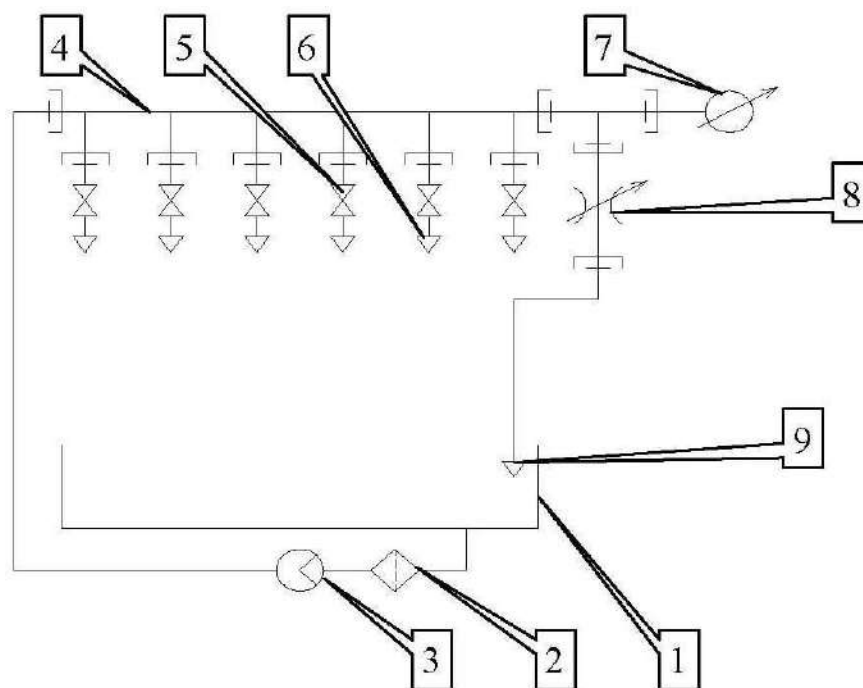


Рисунок 4.2 – Гідравлічна схема стенда для перевірки й ультразвукового чищення форсунок Websonic

1 - Ємність для перевірконої рідини (нижня частина стенда перевірки); 2 - Фільтр тонкого очищення; 3 - Насос; 4 - Колекторний блок; 5 - Крани подачі палива на форсунки; 6 - Наставовні місця форсунок; 7 - Манометр для виміру тиску палива в системі; 8 - Дросель регулювання тиску; 9 - Зливальний штуцер

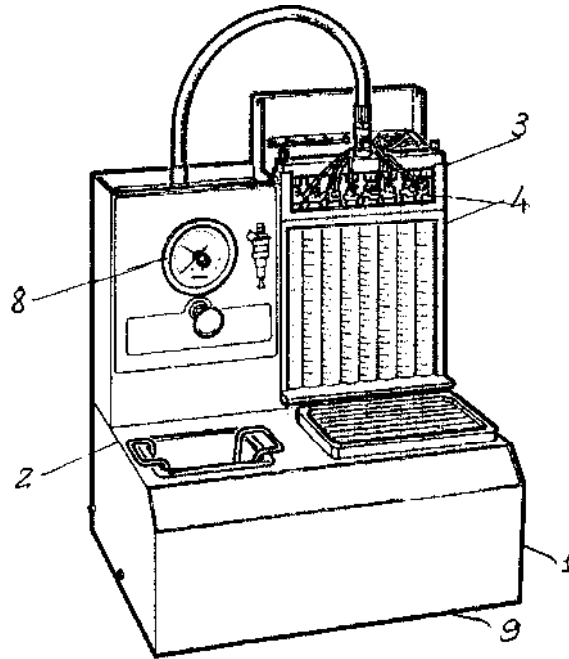


Рисунок 4.3 – Стенд для перевірки і очищення бензинових форсунок



Рисунок 4.4 – Стенд ДД-2200 для перевірки і очищення бензинових форсунок (інжекторів).

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Дослідний стенд, зображений на рис. 4.3, має складну конструкцію, що пов'язане з його універсальністю.

Аналіз конструктивних і вартісних особливостей стендів-аналогів показав, що жоден з них не відповідає повною мірою встановленим у технічному завданні вимогам, що обумовлює необхідність розробки нової конструкції.

Для забезпечення виконання вимог технічного завдання проєктована конструкція повинна містити наступні основні компоненти:

- рама (каркас);
- мірні ємності;
- манометр контролю тиску палива;
- ультразвукова ванна для очищення форсунок;
- пристрій керування.

Раму (каркас) стенда рекомендується виготовити із труб прямокутного перетину зварюванням, зверху рама обшивається аркушами сталі. Для очищення форсунок використовуємо наявну в продажі ультразвукову ванну ПСБ- 2835-05 (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Компонування елементів стенда

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>52</b>

Оскільки стенд є спеціалізованим під конкретну модель форсунок як закріплюючого пристрою використовуємо серійну рампу форсунок 2190, що дозволить значно скоротити тимчасові витрати на закріплення форсунок на стенді.

Для контролю величини тиску в рампі використовуємо серійний манометр МТА-4. У якості насоса будемо використовувати електробензонасос автомобіля ВАЗ-2190, що дозволить максимально наблизити умови випробування до реальних умов роботи форсунок у двигуні.

Загальне компонування стенда представлено на рис. 4.6.

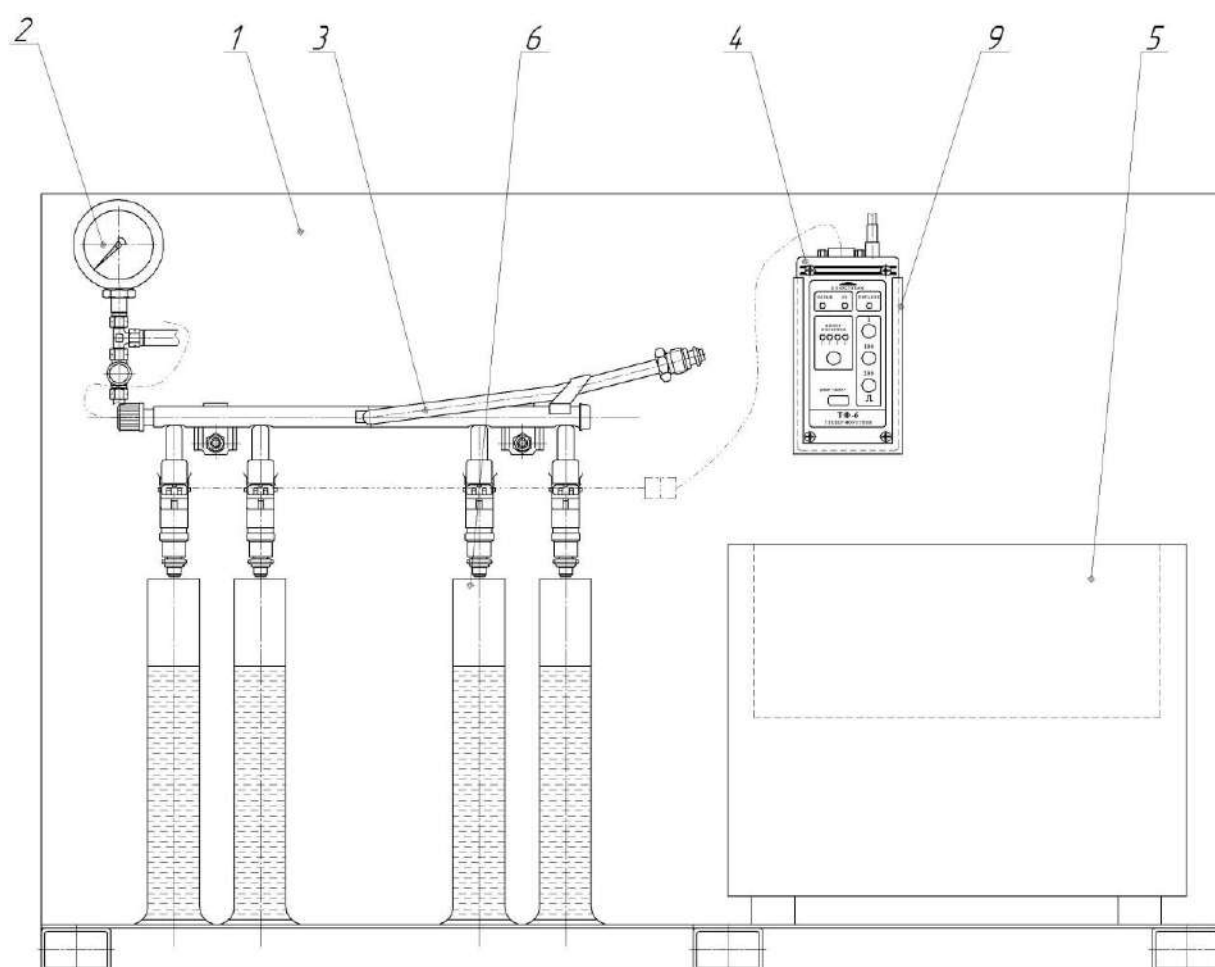


Рисунок 4.6 – Компонування елементів стенда:

1 – рама; 2 – манометр паливний МТА-4; 3 – випробовувана рампа форсунок; 4 – тестер форсунок ТФ-6, 5 – ультразвукова ванна; 6 – мірні циліндри; 7 – електробензонасос (не показаний), 8 – бак для промивної рідини, 9 – кронштейн тестера форсунок.

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

## 4.2 Підбір комплектуючих для стенда

Проаналізуємо переваги і недоліки наявних на ринку електронних тестерів форсунок, які планується використовувати в якості пристрою керування роботою форсунок.

### 4.2.1 Драйвер керування форсунками SMC-114-1

Драйвер призначений для забезпечення відкриття електромагнітних клапанів форсунок або аналогічних пристроїв, що мають такі клапани, у процесі їх промивання в ультразвуковій ванні.

### 4.2.2 Пристрій і принцип роботи

В основі роботи драйвера лежить принцип почергової подачі на клеми електромагнітного клапана форсунок (або аналогічних пристроїв) електричних імпульсів із частотою, що задається, проходження. Можливість регулювання частоти відкриття клапана дозволяє регулювати режими промивання внутрішніх каналів форсунок, що підвищує якість їх промивання.

Конструктивно драйвер виконаний у вигляді електронного блоку, що харчує кабель і кабелю для підключення клапанів електромагнітних форсунок. Зовнішній вигляд драйвера.

Перевагами даного пристрою є можливість регулювання частоти відкриття електромагнітного клапана форсунок у широкому діапазоні, а також його висока універсальність, забезпечувана набором перехідників; до недоліків - висока вартість.

### 4.2.3 Тестер форсунок ТФ-6

Тестер форсунок ТФ-6 призначений для перевірки працездатності форсунок інжекторних автомобілів ВАЗ, ГАЗ і інших автомобілів, за умови сумісності рознімів і вільного доступу для підключення. ТФ-6 підключається до

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>54</b>

форсуночного жгуту або безпосередньо до форсунок і має можливість послідовно перевіряти працездатність усіх 4-х форсунок без додаткових перемикань. Тестер має додатковий режим безперервної генерації одночасно на всі чотири форсунки, що дозволяє використовувати його в стендах промивання форсунок.

Основні технічні дані й характеристики відповідно до ТУ 4577-042-21300491-2009:

Номинальна напруга живлення

від джерела постійного струму, В 12

Максимально допустиме напруження живлення, В 18

Мінімально допустиме напруження живлення, В 9

Споживана потужність, Вт, не більш 0,8

Габаритні розміри ( без кабелів), мм 135x68x29

Маса, кг, не більш 0,25

Термін служби, років 5

Умови експлуатації:

температура від -20 до +40°C,

відносна вологість до 80% при +25°C.

Перевагами тестера є пристосованість для роботи з форсунками bosh, установлюваними на автомобілі ВАЗ, можливість діагностування форсунок на 3-х режимах, передбачених ТУ, а також його відносно невисока вартість. Ухвалюємо його для використання в розроблювальній конструкції.

Тестер форсунок ТФ-6 зображено на рис. 4.7

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

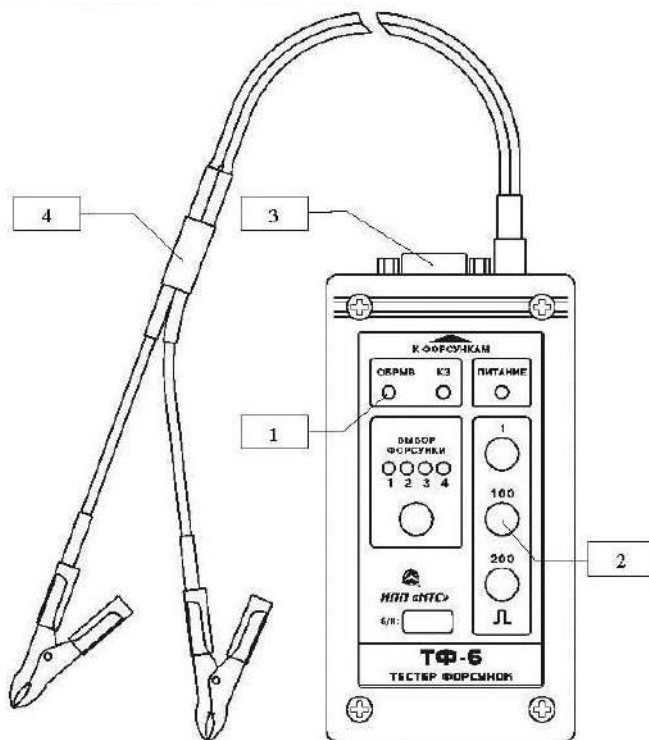


Рисунок 4.7 – Тестер форсунок ТФ-6:

1 - Індикатори відображають інформацію про стан тестера і тестуємої форсунки, 2 - Кнопки служать для вибору режиму роботи тестера. 3 - Рознімання призначене для підключення спеціалізованих кабелів. 4 - Кабель живлення з розніманнями типу "крокодил" призначений для підключення тестера до джерела живлення.

#### 4.3 Технологічний процес діагностування форсунок на стенді

##### 4.3.1 Методи очищення бензинових форсунок

Сучасні системи впорскування палива засновані на використанні інжекторів. Під сучасним інжектором варто розуміти паливні форсунки, які мають електромагнітний клапан. Слабким місцем інжекторної системи є те, що форсунки в процесі експлуатації поступово забруднюються. Інжектор забивається брудом навіть за умови того, що двигун працює на паливі гарної

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ

Арк.

56

якості. Використання низькосортного бензину закономірно прискорює цей негативний процес.

Із часом хімічні елементи і різні з'єднання (сірка, бензол, олефіїни), які втримуються в пальному, перетворюються в смолисті відкладання та отверділий лак. Це відбувається через високий тиск у системі впорскування ( від 2.5 до 6-і атм.) і роботі форсунок в умовах високих температурних режимів (80-100° С). Такі утвори досить складно змиваються.

Результатом забруднення стає помітне погіршення роботи двигуна: падає потужність, знижується приємність, спостерігається нестійкість обертів у режимі холостого ходу, збільшується витрата палива. При інтенсивному розгоні виникають провали, а також зростає токсичність газів, що відробили, що тягне значне скорочення терміну служби каталізатора та лямбда-зонда. ЕБУ стає складніше коректувати паливоповітряною суміш стосовно до різних режимів роботи двигуна. Забиті відкладаннями форсунки не здатні забезпечувати необхідну продуктивність, міняється форма факела, напрямок розпилу, а також можливо повне припинення подачі палива через форсунку.

Практика показує, що високоякісний європейський бензин виключає необхідність частого очищення інжектора. Якщо мотор експлуатується на такому паливі, тоді чищення може знадобитися один раз в 120 - 150 тисяч кілометрів. Якщо говорити про країни СНД, то інжекторну систему найчастіше потрібно очищати вже через 30-40 тисяч кілометрів пробігу.

Найбільш помітним засмічення паливних форсунок стає із приходом холодної пори року. У цей час знижується випаровуваність палива, починають проявлятися проблеми з пуском холодного двигуна, а також помітні провали в його роботі на різних режимах і т.п.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>57</b>

#### 4.3.2 Способи промивання інжектора

Існує кілька способів, які дозволяють промити інжектор. Вибір кожного способу обумовлений ступенем забруднення системи паливоподачі, зношуванням самої силової установки та іншими факторами.

##### Заливаємо промивання в бензобак

Найбільш простим і одночасно щадним способом очищення є заливання в паливний бак автомобіля спеціального промивання. Такий очисник паливної системи звичайно реалізується у флаконах обсягом близько 300 мл. Даного кількості вистачає на 60 - 70 літрів палива. Принцип дії добавки полягає в тому, що в процесі їзди вона поступово розчиняє відкладання в системі впорскування і частково запобігає їхньому наступному утвору. Додавати очисник у паливо необхідно регулярно (кожні 4-5 тисяч км. пробігу). Якщо Ви не впевнені, що використовуєте паливо належної якості, тоді зазначений інтервал рекомендовано скоротити.

Варто відзначити, що даний спосіб підходить тільки для тих автомобілів, які є новими або мають невеликий строк експлуатації на території СНД. У цьому випадку промивання в бак є «профілактичною» заходом, що дозволяє підтримувати інжектор і паливну систему автомобіля в чистоті.

Для тих машин, у яких система паливоподачі і упорскування вже має серйозні забруднення, такий спосіб очищення не підходить. Більше того, промивання в паливному баку може навіть збільшити вже наявні проблеми. Відмита очисником бруд і відкладання попадають у форсунки і забивають їх ще більше. Після цього буде необхідний демонтаж і чищення паливних форсунок іншими способами. Другим нюансом стає висока ймовірність того, що змита в бензобаку бруд засмітить паливний насос. Забруднення електричного бензинового насоса приводить до його підвищеного зношування і зниженню ефективності роботи пристрою.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>58</b>

#### 4.3.3 Чищення інжектора без зняття форсунок

Інжектор можна почистити так, щоб не знімати форсунки і паливну рампу із двигуна. Для очищення використовується спеціальна промивна установка рідини, що й очищають. Найбільше широко застосовують суміші Wynn's і Liqui Moly.

Процес очищення здійснюється шляхом підключення промивної установки через перехідні штуцери прямо до інжектора автомобіля. Це дозволяє виключити з ланцюжка бензобак, бензонасос, паливний фільтр і паливні магістралі. При такому підході вимивається бруд винятково в паливній рампі й форсунках. Двигун автомобіля запускають і дають попрацювати на суміші бензину і промивної рідини близько 30-40 хвилин у режимі холостого ходу. Суміш подається із промивної установки під тиском від 3-х до 6-ї атмосфер. Тиск регулюється згідно з технічними вимогами стосовно до конкретної моделі автомобіля.

#### 4.3.4 Процес очищення і результати

Склад для чищення, змішаний з бензином, активно розм'якшує і змиває забруднення, що нагромадилися в інжекторі. Потім установка продавлює бруд через форсунки в циліндри мотора, де змиті відкладання остаточно згоряють. Такий спосіб промивання активно застосовують у випадку забруднень середнього стану, а також при певних конструктивних складностях (для зняття форсунок необхідно демонтувати впускний колектор або інше навісне устаткування).

Визначити якість процедури очищення інжектора можна по наступних ознаках:

- усталена робота ДВЗ у режимі обертів холостого ходу;
- відсутність провалів в інших режимах роботи;
- збільшення віддачі від мотора;
- позитивні зміни відносно розгінної динаміки і реакції на дросель;
- зменшення змісту шкідливих речовин у вихлопі і т.д.;

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>59</b>

Для більшості випадків такого способу очищення інжектора цілком достатньо для відновлення нормальної роботи інжекторної системи. Чищення інжектора подібним чином повинна проводитися один раз в 30-50 тисяч км. Після промивання без зняття форсунок у паливній рампі і самих інжекторах залишається деяка кількість рідини, що очищає. Невеликі залишки промивання попадають і в моторне масло. Із цієї причини рекомендовано спочатку проїхати на автомобілі 20-30 км. у режимі високих обертів для видалення залишків з інжектора.

Ще раз зверніть увагу, що після чищення на машині частина рідини для промивання виявиться в масляній системі двигуна. Інжектор необхідно чистити перед плановою заміною моторного масла і фільтрів, а не після. Також рекомендується після промивання перемінити і свічі запалювання.

У деяких випадках може додатково знадобитися заміна ущільнювальних кілець форсунок з появою витоків пального через їх. Такий ефект спостерігається через того, що промивна рідина в більшій або меншому ступені є агресивною стосовно гумових ущільнювачів. Якщо порівнювати розповсюджені промивання Liqui Moly і Wynn's, то по деяких відкликаннях перший варіант м'якше впливає на гуму.

Чистити даним способом сильно зношені двигуни не рекомендується. Разом з інтенсивним очищенням інжекторної системи від різних відкладань у таких моторах паралельно відбувається видалення нагару і відкладань на поршневих кільцях і стінках циліндрів двигуна. Це може в ряді випадків привести до істотної втрати компресії і двигун після такого промивання не запуститься.

Окремо рекомендується не прочищати на установці для чищення інжектора без зняття інжекторної системи типу KE-Jetronic, де має місце механічне паливне впорскування. Такі системи одержали дозатори з малими робочими зазорами, що робить їх у край чутливими до бруду і відкладанням. У процесі промивання дозатори швидко забиваються, що приводить до необхідності зняття форсунок і

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>60</b>

наступного більш складного ремонту. У механічних системах впорскування форсунки є нерозбірними, а їх очищення проводять методом продувки повітрям під тиском. Якщо механічна форсунка сильно забруднена, тоді буде потрібно повна заміна даного елемента.

#### 4.3.5 Чищення зі зняттям форсунок

Сильні забруднення системи впорскування віддаляються таким способом, який має на увазі зняття форсунок і їх окреме прочищення. Даний спосіб дозволяє добитися найкращих результатів. Головною перевагою очищення інжекторних форсунок рідиною є відновлення працездатності таких інжекторів, які конструктивно мають складну конфігурацію своїх внутрішніх каналів.

Інжектор демонтують і роблять індивідуальне очищення кожної форсунки на спеціальному стенді. Даний підхід дозволяє зрівняти продуктивність, форму факела, напрямок і якість розпилювання до початку чищення і після неї. Додатково можна зрівняти і проаналізувати роботу всієї групи форсунок у сукупності.

Принцип роботи очисного стенда полягає в тому, що його системою керування здійснюється імітація роботи форсунок на двигуні. Замість бензину через них пропускається рідина для промивання інжекторів. Оператор стенда управляє частотою електричних коливань клапана форсунки. Головним завданням стає виникнення в каналі паливоподачі кавітації. Під кавітацією слід розуміти утворення пухирців повітря в рідині.

Гідродинамічна кавітація забезпечує рух голки форсунки в потоці рідини, що очищає, з великою швидкістю. За різними опуклими частинами утворюється вакуум. Під тиском навколишньої рідини вакуум моментально ділиться на велику кількість мікроскопічних міхурів, які «ляскають». Виходить ефект мікровибухів, а енергія від них впливає на лакові та грязьові відкладання, які утворювалися усередині паливного каналу інжектора і на самій голці.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Результатом такої операції стає ефективне руйнування і видалення відкладань і бруди в каналах форсунки, а також промивання сітчастого фільтра інжектора. Виниклу кавітацію оператор визначає візуально. Струмінь світлої рідини, що виходить із форсунки, стає коричневою. Колір рідини на виході міняється через шлаки, що відшаровуються.

Стенд дозволяє додатково виявити зміни параметрів роботи електричних і механічних елементів форсунок. Завдяки цьому можна завчасно ухвалити рішення щодо необхідності очищення інжекторів, доцільності подальшого їхнього використання без промивання або повній заміні.

Показник продуктивність форсунок визначається як перед, так і після їхнього очищення. У тих випадках, коли очищені форсунки демонструють різні показники продуктивності з розбігом більш ніж 5%, тоді їх необхідно замінити. Несправні інжектори міняють як по одній штуці, так і групою.

Промивання дозволяє виявити те, що електромагнітний клапан зношений і не закривається повністю. Це означає, що така форсунка тече в той момент, коли на неї не подається електричний імпульс. Дана несправність приводить до перевитрати палива, збільшується нагар на клапанах, поршнях і т.д. Інжектори з подібною проблемою краще відразу замінити.

#### 4.3.6 Чищення інжектора ультразвуком

Одним з розповсюджених способів очищення форсунок є використання установки, яка очищає попередньо зняті інжектори в спеціальній ультразвуковій ванні. Даний спосіб забезпечує високі результати, хоча деякі експерти вважають кращим спосіб очищення форсунок методом гідродинамічної кавітації.

Ультразвукова ванна є відкритою ємністю, яку наповнюють рідиною, що очищає. Із зовнішньої частини в дно такої ванни вмонтований пристрій, який являє собою випромінювач ультразвукових коливань. Сопло форсунки для очищення опускається у ванну. Під час проходження через, що очищає рідину ультразвукова хвиля запускає кавітаційний процес. Під час кавітації утворюються

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>62</b>

пухирці, які лопаються та утворюють ударні хвилі. Ці хвилі впливають на бруд і відкладання, які накопичуються на поверхні сопла форсунки і у каналах.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>63</b>

## ВИСНОВКИ

Дана випускна кваліфікаційна робота присвячена поглибленому проробленню ділянки з ремонту паливної апаратури автомобілів, для нього визначена по каталогах підібране устаткування, виконаний повноцінний робочий проект підрозділу.

На основі виконаного огляду наявного у вільному продажі устаткування, методом побудови циклограм по сукупності показників якості підібране оптимальне устаткування, використане в якості прототипу для розробки власної установки для перевірки і промивання бензинових форсунок.

На основі посібника з експлуатації складена технологічна карта роботи на устаткуванні, що розроблялася.

Запропоновані в роботі заходи щодо зниження рівня травматизму і підвищенню безпеки умов праці у виробничому підрозділі дозволять забезпечити безперервне виконання технологічних процесів ТО та Р автомобілів з дотриманням усіх норм безпеки.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>64</b>

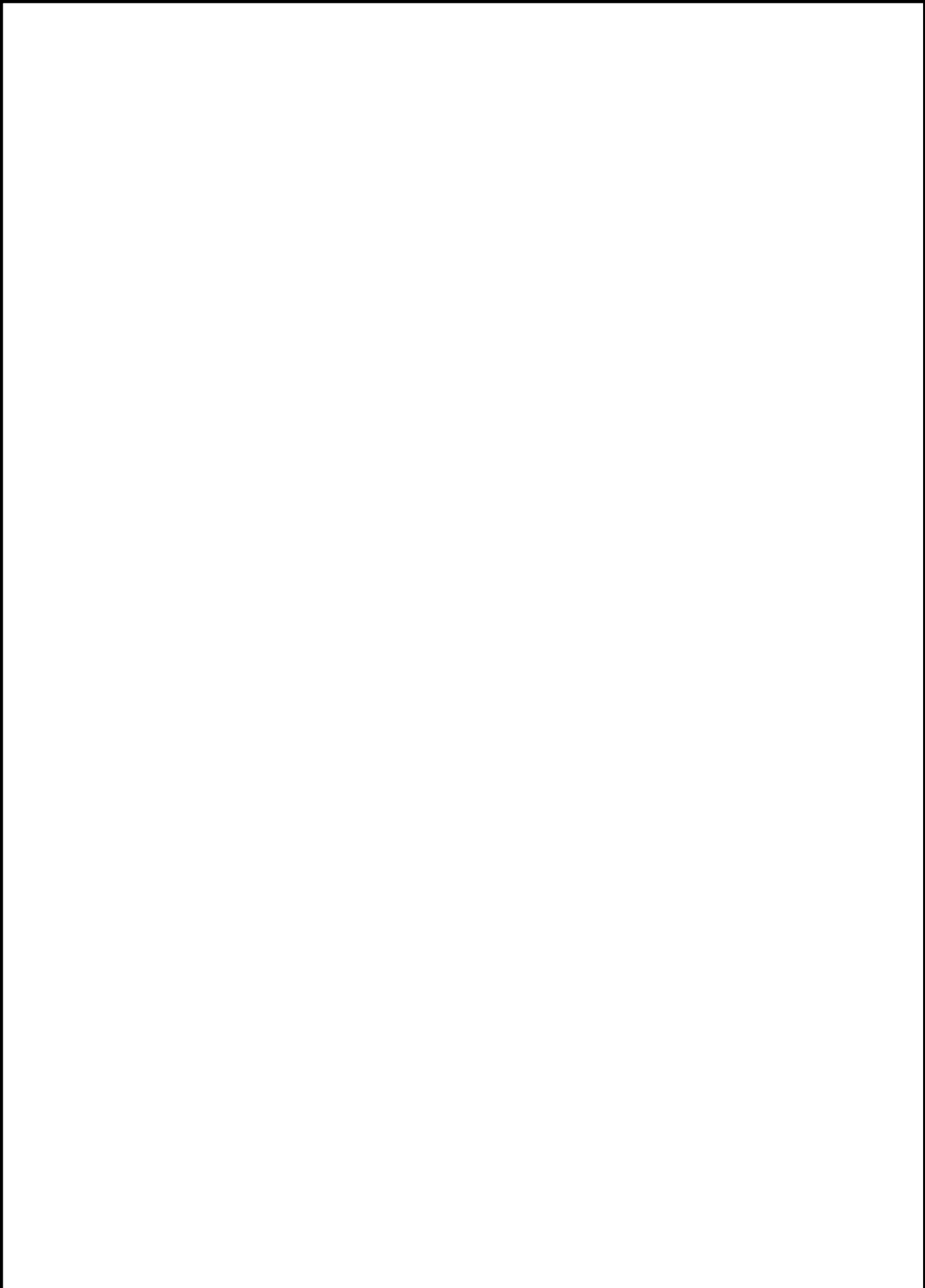
## ЛІТЕРАТУРА

1. Байт Ч. Автомобільні двигуни: Системи керування та впорскування палива./Керівництво. - Спб: Альфамер Паблішинг, 2001.-316 с.
2. Системи впорскування палива BOSCH. /Сост. В.А. Дервянко. Пер з польського В. Міцкевич. - М.: Петит, 2000. - 200 с.
3. Технічний бюлетень фірми «Wynn's». Випуск 1.-М.: ИцаГарант, 1996,- 24с.
4. Посібник з ремонту, діагностиці, експлуатації й технічному обслуговуванню систем упорскування закордонних автомобілів. - М.: ТехнооВок, 2001.-272с.
5. Системи упорскування бензину. Пристрій, обслуговування, ремонт: Практичний посібник./ Росс Твег - М.: Изд. « За кермом», 1998. - 144 с.

					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>65</b>

ДОДАТКИ

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66



					<i>ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>67</b>

1. Пристрій і принцип роботи форсунки бензинового двигуна
- 2 Пристрій, основні несправності систем живлення бензинових двигунів, їх причини й ознаки
  - 2.1 Опис принципу роботи електронного впорскування бензину
  - 2.2 Діагностування технічного стану систем впорскування
  - 2.3 Перевірка тиску подачі палива й продуктивності паливного насоса.
- 3 Пристрої стенда для перевірки та очищення форсунок бензинових двигунів
  - 3.1 Вимоги безпеки при виконанні роботи
  - 3.2 Підготовка перед перевіркою і очищенням форсунок
  - 3.3 Ультразвукове очищення
  - 3.4 Контроль балансу і якості розпилювання
    - 3.4.1 Порядок перевірки паливних форсунок з верхньою подачею палива
    - 3.4.2 Порядок перевірки паливних форсунок з бічною подачею палива
    - 3.4.3 Очищення форсунок зворотним промиванням
    - 3.4.4 Контроль витоків
    - 3.4.5 Контроль продуктивності паливних форсунок
    - 3.4.6 Автоматичне очищення і функція контролю
    - 3.4.7 Очищення форсунок на автомобілі
    - 3.4.8 Підключення установки для очищення форсунок на автомобілі.
    - 3.4.9 Підключення до паливної системи з магістраллю зливу палива в бак
    - 3.4.10 Підключення до паливної системи без магістралі зливу палива в бак
    - 3.4.11 Порядок робіт після завершення очищення форсунок на автомобілі
  - 4 Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок
    - 4.1 Стенд для перевірки та ультразвукового чищення форсунок Websonic
    - 4.2 Підбір комплектуючих для стенда
      - 4.2.1 Драйвер керування форсунками SMC-114-1
      - 4.2.2 Пристрій і принцип роботи
      - 4.2.3 Тестер форсунок ТФ-6

4.3 Технологічний процес діагностування форсунок на стенді

4.3.1 Методи очищення бензинових форсунок

4.3.2 Способи промивання інжектора

4.3.3 Чищення інжектора без зняття форсунок

4.3.4 Процес очищення і результати

4.3.5 Чищення зі зняттям форсунок

4.3.6 Чищення інжектора ультразвуком

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

					ДРМТВА 22.19076.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства



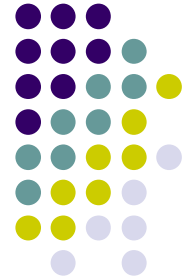
**«Вдосконалення технологічного процесу ремонту  
та технічної експлуатації форсунок  
бензинових двигунів»**

Виконав студент 3 курсу, група МТВАс -19-2  
С.І. Федоришин

Керівник к.т.н., доц  
О.П. Бабак

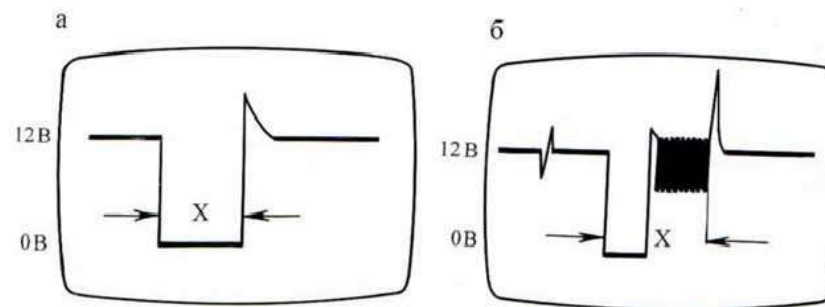
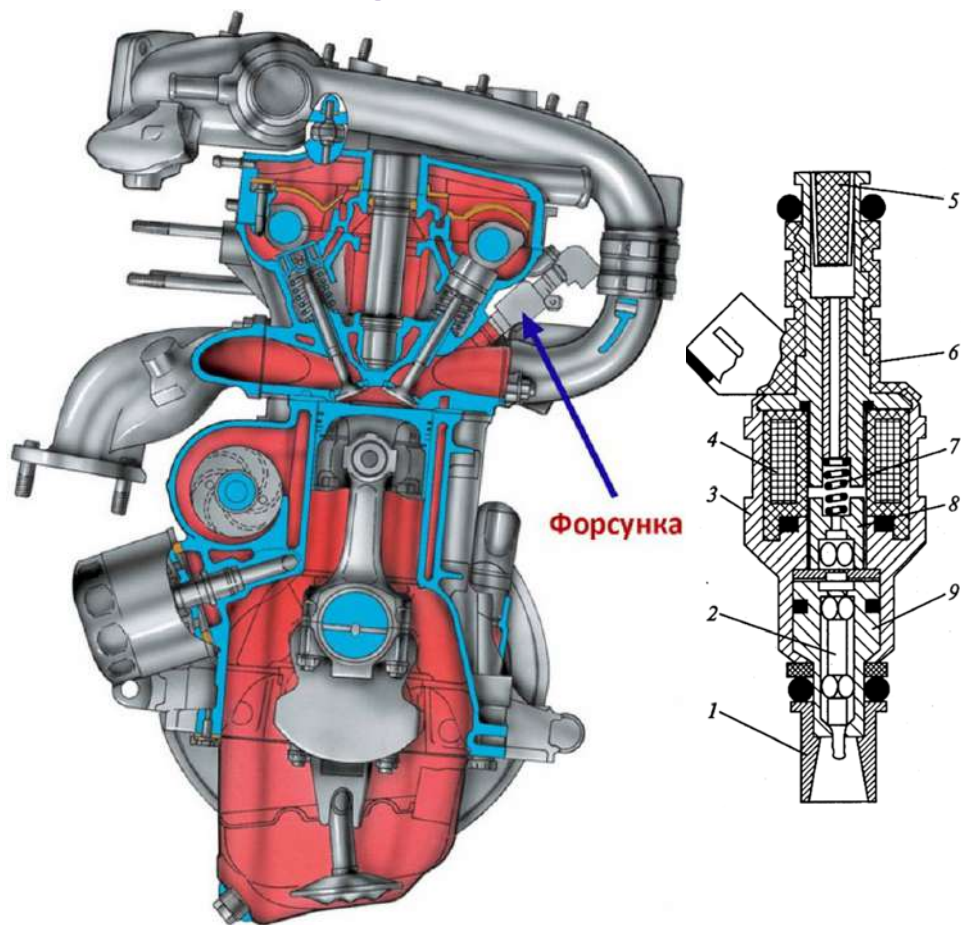
Хмельницький, 2022 р.

# Актуальність роботи



Система постачання двигуна паливом є однією з найбільш важливих систем у сучасних автомобілях, якість палива у впускному трубопроводі прямо впливає на тягові й паливо-економічні характеристики автомобілів. У зв'язку з низькою якістю палива на частині автомобільних заправних станцій в Україні автовласники часто зустрічаються із засміченням системи паливоподачі на автомобілях. Розробка недорогого, зручного в обслуговуванні устаткування для перевірки та очищення бензинових форсунок є одним з найактуальніших завдань нашого часу.

# Пристрій і принцип роботи форсунки бензинового двигуна



Форми імпульсів при роботі форсунки електронної системи упорскування:  
а – з додатковою форсункою запуску холодного двигуна; б – без додаткової форсунки запуску холодного двигуна; х – тривалість відкриття форсунки

Форсунка електронної системи упорскування:

1 – насадка; 2 – голка; 3, 9 – корпус; 4 – обмотка котушки; 5 – фільтр; 6 – кришка; 7 – пружина; 8 – сердечник; 9 – корпус



# Ознаки несправностей

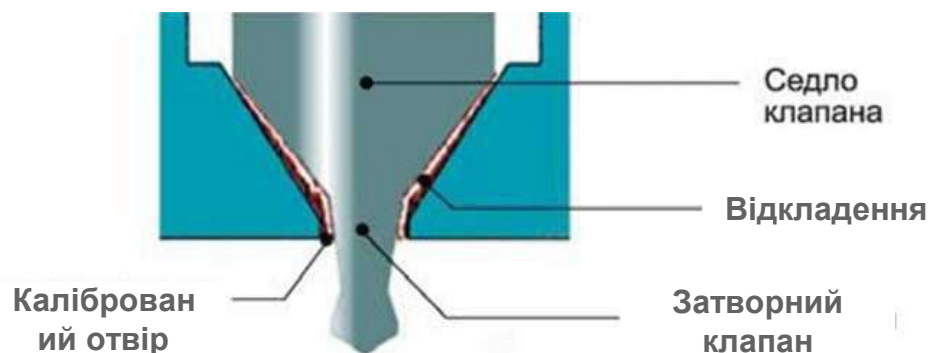


Схема твердих лакових відкладань



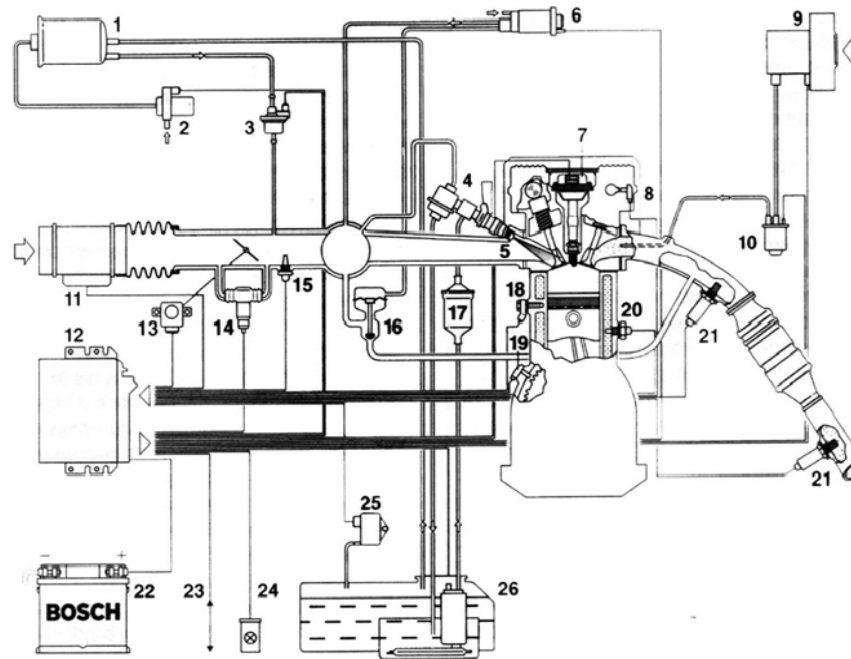
## Застосовується два способи промивання форсунок:

- добавка в паливо очисника паливної системи або обробка паливної системи спеціальною рідиною;
- зняття форсунок, їх тестування й очищення на спеціальній установці.

# Пристрій, основні несправності систем живлення бензинових двигунів, їх причини й ознаки



Опис принципу роботи електронного впорскування бензину



## Схема електронного упорскування Motronic, із вбудованою системою діагностики:

1 – адсорбер; 2 – клапан впуску повітря; 3 – клапан регенерації продувки; 4 – регулятор тиску палива; 5 – форсунка; 6 – регулятор тиску; 7 – котушкaквiча запалювання; 8 – датчик фази; 9 – допомiжний повітряний насос для подачі додаткових порцій повітря; 10 – допомiжний повітряний клапан; 11 – витратомiр повітря; 12 – блок керування; 13 – датчик положення дросельної заслінки; 14 – клапан додаткової подачі повітря (регулятор холостого ходу); 15 – датчик температури повітря; 16 – клапан системи рециркуляції газів, що відробили; 17 – паливний фільтр; 18 – датчик детонації; 19 – датчик частоти обертання колінчатого вала; 20 – датчик температури охолодної рiдини; 21 – лямбда-зонд (кисневий датчик); 22 – акумуляторна батарея; 23 – діагностичне рознiмання; 24 – діагностична лампочка; 25 – датчик диференціального тиску; 26 – електричний паливний насос у паливному баку

# Діагностування технічного стану систем впорскування

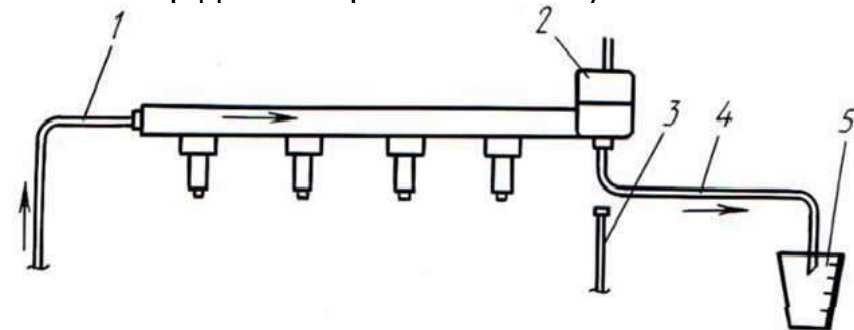


## Діагностування гідравлічних параметрів систем. Перед обслуговуванням і ремонтом паливної апаратури необхідно:

- скинути тиск у системі подачі палива в наступному порядку:
- включити нейтральну передачу, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом;
- від'єднати від електробензонасоса;
- запустити двигун і дати йому попрацювати на холостому ходу до зупинки через виробіток палива;
- включити стартер на 3 із для підбурення тиску в трубопроводах;
- після підвищення тиску й завершення робіт приєднати привід до електробензонасосу.



Набір для вимірювання тиску палива



Вимірювання продуктивності насоса в системах розподіленого впорскування:

- 1 – що подає паливопровід; 2 – регулятор тиску;  
3 – паливопровід зворотного зливу; 4 – шланг; 5 – мірна ємність

# Пристрої стенда для перевірки та очищення форсунок бензинових двигунів



Загальний вид стенда «INJECTOR CLEANER & TESTER TEKTINO INJ-4B»

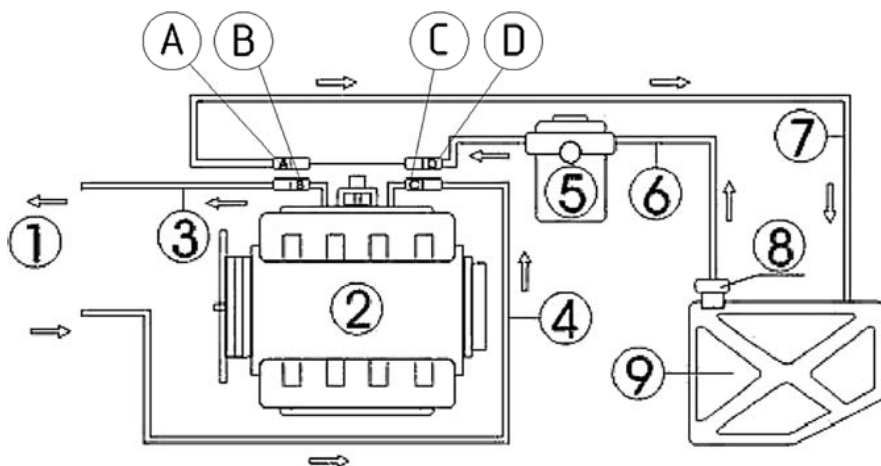


Панель управління стенда «INJECTOR CLEANER & TESTER TEKTINO INJ-4B»

## Технічні параметри і характеристики стенда:

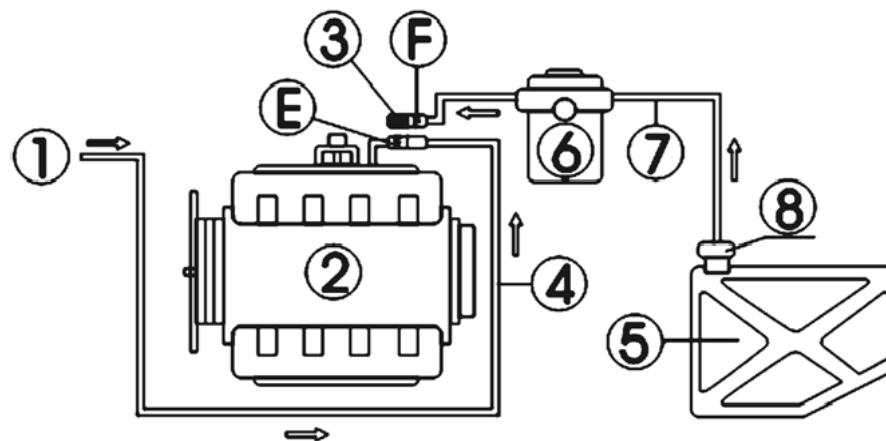
- розмір – 470×540×520 мм;
- повністю цифрове керування;
- автоматичний і 3 ручних режиму роботи з можливістю зміни будь-яких параметрів у будь-який час;
- автоматичне визначення напруги форсунки;
- автоматичний злив;
- зворотне промивання форсунок для вимивання бруду, що залишився, з них після узівання;
- підсвічування;
- напруга живлення – АС 220 В~50/60 Гц;
- потужність – 350 Вт;
- електрична споживана потужність ванни – 50 Вт;
- частота випромінювача – 40 кГц;
- тиск – 0~7 bar, (0~0,7 МПа);
- погрішність –  $\pm 2\%$ ;
- діапазон числа обертів – 0~9999 об/хв;
- точність числа обертів – 10 об/хв;
- тривалість імпульсу включення форсунок – 0,1~30,0 мс;
- діапазон часу тестів – 1~30 хв;
- діапазон часу ультразвукової хвилі – 0~15 хв;
- вага стенда – 32 кг.

# Підключення установки для очищення форсунок на автомобілі



Підключення установки для очищення форсунок на автомобілі (варіант 1):

- 1 – установка для ультразвукового очищення форсунок;
- 2 – двигун; 3 – зливний шланг установки;
- шланг подачі рідини установкою; 5 – паливний фільтр;
- 6 – шланг паливоподачі двигуна; 7 – зливний шланг двигуна;
- 8 – паливний насос; 9 – паливний бак



Підключення установки для очищення форсунок на автомобілі (варіант 2):

- 1 – установка для ультразвукового очищення форсунок; 2 – двигун;
- 3 – заглушка; 4 – шланг подачі рідини установкою;
- 5 – паливний бак; 6 – паливний фільтр;
- 7 – шланг паливоподачі двигуна; 8 – паливний насос

# Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок



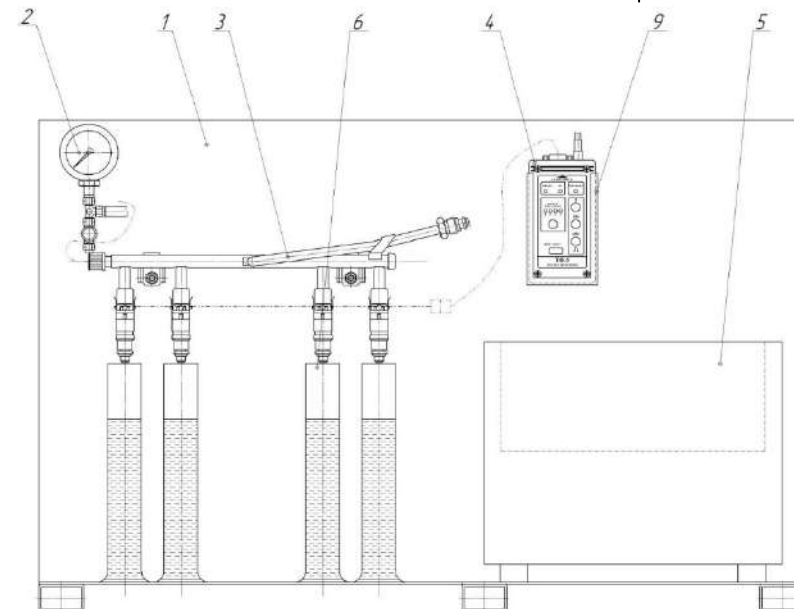
1 - УЗВ із підставкою під форсунки; 2-Гніздо запобіжника; 3- Дросель регулювання тиску; 4 - Манометр; 5 - Тумблер включення сіткової напруги (зелений, постачений підсвічуванням у включеному стані); 6 - Тумблер включення обігріву УЗВ (червоний, з підсвічуванням у включеному стані); 7 - Клеми  $\pm 12$  В для живлення стробоскопа; 8 - Петля для синхронізації стробоскопа; 9 - Пульт керування; 10 - Крани подачі перевірконої рідини на форсунки; 11 - Наставочні місця для форсунок; 12 - Мірні циліндри; 13 - Фільтр тонкого очищення; 14 - Зливальний штуцер; 15 - 6 рознімачів для підключення форсунок для чищення в УЗВ; 16 - Рознімання живлення 220 В; 17 - 6 рознімачів для підключення форсунок у режимі перевірки і контролю

Стенд для перевірки та  
ультразвукового чищення форсунок

# Розробка стенда для перевірки і очищення бензинових форсунок



Стенд ДД-2200 для перевірки і очищення бензинових форсунок (інжекторів).



## Компонування елементів стенда:

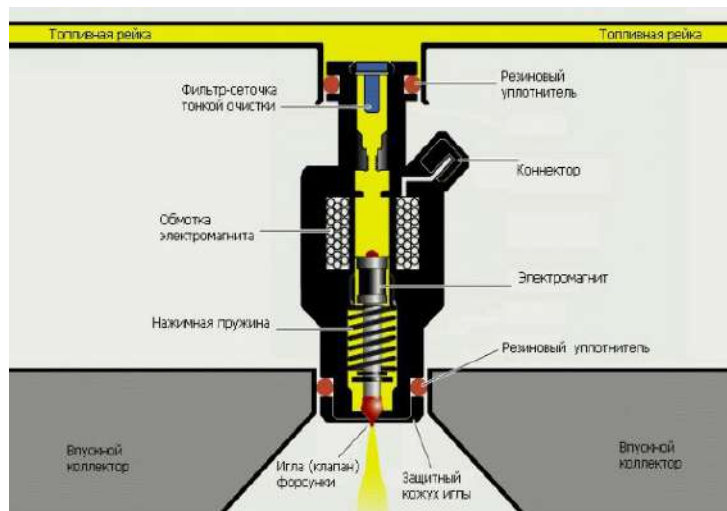
- 1 – рама; 2 – манометр паливний МТА-4; 3 – випробовувана рампа форсунок; 4 – тестер форсунок ТФ-6, 5 – ультразвукова ванна; 6 – мірні циліндри; 7 – електробензонасос (не показаний), 8 – бак для промивної рідини, 9 – кронштейн тестера форсунок.

# Технологічний процес діагностування форсунок на стенді



**Визначити якість процедури очищення інжектора можна по наступних ознаках:**

- усталена робота ДВЗ у режимі обертів холостого ходу;
- відсутність провалів в інших режимах роботи;
- збільшення віддачі від мотора;
- позитивні зміни відносно розгінної динаміки і реакції на дросель;
- зменшення змісту шкідливих речовин у вихлопі і т.д.;



# ВИСНОВКИ



1. Дана випускна кваліфікаційна робота присвячена поглибленому проробленню ділянки з ремонту паливної апаратури автомобілів, для нього визначена по каталогах підібране устаткування, виконаний повноцінний робочий проект підрозділу.
2. На основі виконаного огляду наявного у вільному продажі устаткування, методом побудови циклограм по сукупності показників якості підібране оптимальне устаткування, використане в якості прототипу для розробки власної установки для перевірки і промивання бензинових форсунок.
3. На основі посібника з експлуатації складена технологічна карта роботи на устаткуванні, що розроблялася.
4. Запропоновані в роботі заходи щодо зниження рівня травматизму і підвищенню безпеки умов праці у виробничому підрозділі дозволять забезпечити безперервне виконання технологічних процесів ТО та Р автомобілів з дотриманням усіх норм безпеки.



- Дякую за увагу!