

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II.

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАЗс-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Луціцький В.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Гевко І.Б.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Слободян Л.М.</u> (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	<u>Цьонь О.П.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Луцицькому Віталію Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2023 року № 4/7-67

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Вимоги до системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II. Базовий технологічний процес ТО системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II.

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Принципово-технологічна схема роботи ПНВТ – А1;

Вал паливного насоса високого тиску – А1;

Автоматична муфта випередження упорскування палива – А1;

Приспосіблення для розбирання паливної помпи високого тиску – А1;

Калібр для контролю допуску зміщення – А1;

Стенд для дослідження системи живлення дизельних двигунів – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.02.2023	
2	Технологічний розділ	08.03.2023	
3	Конструкторський розділ	12.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	03.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	24.05.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2023	

Студент

(підпис)

Луціцький В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 57 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 4 сторінки додатків.

Ключові слова: технологічний процес, дизельний двигун, діагностика, тиск палива, форсунка.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Будова системи живлення дизельного двигуна.....	8
1.2 Види паливних насосів високого тиску.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Характерні несправності системи живлення.....	17
2.2 Контроль системи живлення дизельних двигунів.....	18
2.3 Стенди для перевірки і регулювання ПНВТ.....	18
2.4 Діагностика ПНВТ.....	19
2.5 Ремонт ПНВТ VW Golf II.....	20
2.6 Технологічний процес ремонту.....	21
2.7 Прокачування системи живлення.....	22
2.8 Заміна форсунок.....	23
2.9 Заміна паливного фільтра.....	24
2.10 Технологічний процес демонтажу ПНВТ Volkswagen Golf II.....	25
2.11 Техпроцес регулювання обертів холостого ходу ПНВТ Bosch Volkswagen Golf II.....	28
2.12 Технологічний процес установки кута випередження впорскування палива.....	30
2.13 Технологічний процес заміру і регулювання тиску підкачуючого насосу.....	31
2.14 Техніко-економічна оцінка конструкторської розробки.....	32
2.15 Оцінка економічної ефективності пропонованого конструкторського рішення.....	36
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Стенд для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів.....	38
3.2 Принцип роботи стенду.....	47
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
4.1 Загальні положення з техніки безпеки при обслуговуванні	

	6
автотранспортних засобів на підприємстві.....	48
4.2 Протипожежні заходи.....	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	54
БІБЛІОГРАФІЯ.....	55
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Технічне обслуговування системи живлення дизельного двигуна є важливим етапом збереження його ефективності та надійності. Правильно розроблений технологічний процес обслуговування дозволяє забезпечити оптимальну роботу системи живлення, зменшити витрати палива і запобігти можливим поломкам.

У цій роботі розглядається розроблення технологічного процесу технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II. VW Golf II є популярним автомобілем з надійним дизельним двигуном, і правильне обслуговування його системи живлення є ключовим для збереження його продуктивності.

Метою даної роботи є розроблення послідовного технологічного процесу, який охоплює всі необхідні етапи технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II. Це включає перевірку, діагностику, регулювання та заміну необхідних компонентів системи живлення.

Під час розроблення технологічного процесу будуть враховані рекомендації виробника, стандарти безпеки та найкращі практики у сфері обслуговування систем живлення дизельних двигунів. Крім того, будуть враховані специфічні особливості системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II.

Результатом цієї роботи буде детально розроблений технологічний процес технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II, який може бути використаний в автосервісах або при самостійному обслуговуванні власниками цих автомобілів.

У наступних розділах будуть детально розглянуті кроки розроблення технологічного процесу технічного обслуговування системи живлення дизельного двигуна автомобіля VW Golf II.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова системи живлення дизельного двигуна

Дизельний двигун має довгу історію, яка починається ще у 1897 році, і можна сміливо стверджувати, що цей тип двигуна є добре вивченим та вже освоєним. На сьогоднішній день існує безліч різних модифікацій дизельних двигунів, які можуть відрізнятися за конструктивними елементами, потужністю, споживанням палива та екологічністю, проте їх робочий принцип залишається аналогічним тому, що був вжитий в їхньому першому взірці.

Економічність, високий крутний момент на всьому діапазоні обертів, зокрема на низьких швидкостях, а також доступність палива роблять дизельні двигуни прекрасним вибором для позашляховиків, призначених для роботи в суворих умовах. З кінця 90-х років спостерігається новий ріст популярності дизельних двигунів, що пов'язаний з постійним вдосконаленням їх конструкції та впровадженням електроніки в системи подачі палива та керування двигуном. Сучасні дизельні двигуни останніх поколінь майже досягли рівня бензинових двигунів за шумом та питомими характеристиками, такими як вага та потужність на одиницю об'єму, і при цьому зберегли переваги у плані економічності та надійності.

Дизельний двигун працює за принципами, відмінними від бензинового двигуна. Це визначає конструкцію системи живлення дизельного двигуна. У спрощеному вигляді, у дизельних двигунах все побудовано навколо високої температури, що виникає при сильному стисненні. Ця температура є каталізатором для запуску горіння паливної суміші. Завдяки високому ступеню стиснення, коли повітря нагрівається до самозапалювання палива (700-800°C), паливо впорскується під великим тиском у камери згоряння за допомогою форсунок.

Дизельний двигун працює за термодинамічним циклом Дизеля або, у більшості випадків, циклом Трінклера-Сабате. Ці цикли відрізняються високим ККД (коефіцієнтом корисної дії) порівняно з циклом Отто, який використовується в бензинових двигунах. Через свою високу ефективність,

дизельні двигуни спочатку стали популярними на вантажних автомобілях, а згодом багато легкових автомобілів отримали в своєму модельному ряді дизельні двигуни. Фактично, в Європі дизельні двигуни поступово витісняють бензинові. Наприклад, понад 50% нових легкових автомобілів, що продажі в Європі, оснащені дизельними двигунами.

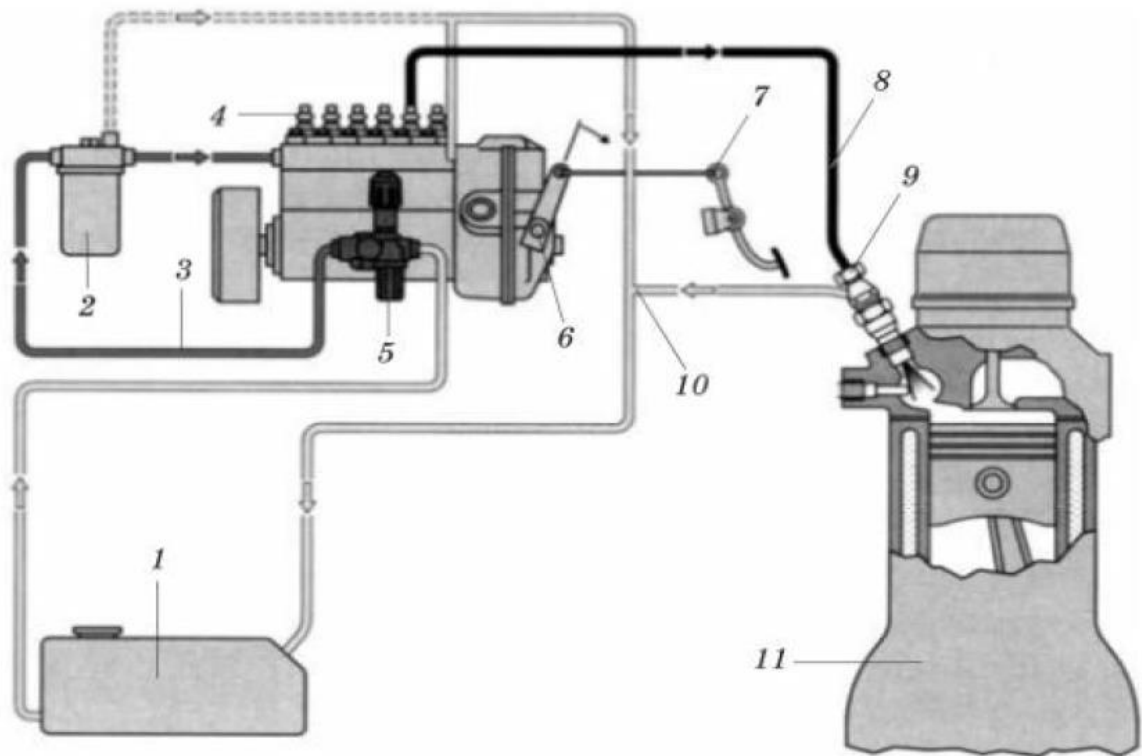


Рис. 1.2. Система живлення дизельного двигуна:

1 - Паливний резервуар, 2 - Фільтр для тонкої очистки палива, 4 - Паливопровід низького тиску, 5 - Насос високого тиску для палива, 6 - Насос для підкачування палива, 7 - Регулятор подачі палива, 8 - Педаль газу, 9 - Паливопровід високого тиску, 10 - Форсунка, 11 - Паливопровід для зливу, 12 - Двигун.

Система живлення будь-якого автомобіля починається з паливного бака, що має своє місце в автомобілі Volkswagen Golf II під заднім сидінням.

Паливо, перш ніж потрапити до двигуна, пропливає через трубопроводи низького тиску і потрапляє в фільтр тонкої очистки. Цей фільтр зазвичай оснащений картонним фільтруючим елементом та зливною ковпачком для видалення зібраної відстояної речовини.



Рис. 1.3. Паливний фільтр дизельного двигуна

У сучасних автомобілях зазвичай на корпусі фільтра встановлюють датчик вологості, який моніторить наявність води в паливі. Після цього паливо подається до паливопідкачувального насоса.

Паливопідкачувальний насос є необхідною складовою системи живлення дизельного двигуна, він виконує ряд важливих функцій. Одна з його основних ролей - це підкачування палива до насоса високого тиску та видалення повітря. Зазвичай паливопідкачувальний насос розташовується на паливному насосі високого тиску і приводиться в рух за допомогою ексцентрика кулачка валу. У сучасних автомобілях часто використовуються електричні паливопідкачувальні насоси, які знаходяться в паливному баці. Важливою особливістю дизельного двигуна є наявність ручного підкачування, яке може бути реалізоване у вигляді групи або розташовано в корпусі підкачувального насоса. Це дозволяє видалити повітря з системи і забезпечити належну роботу двигуна.

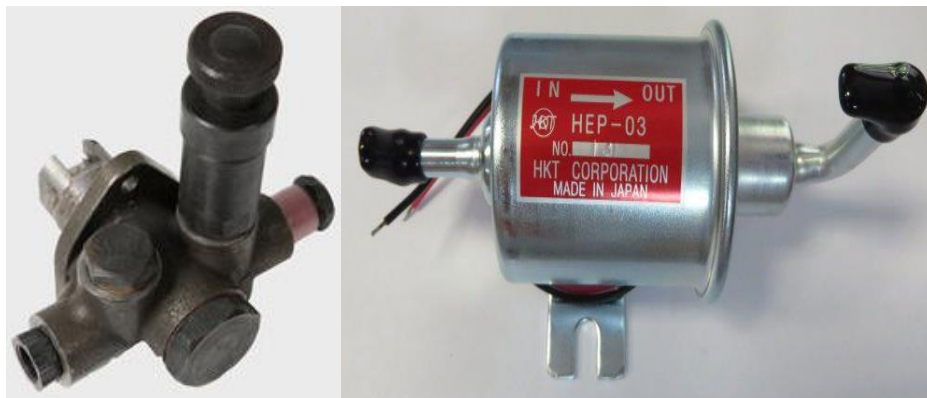


Рис. 1.4. Паливо-підкачувальний насос механічний (зліва) і електричний (справа)

Опис принципу роботи паливопідкачувального насоса.

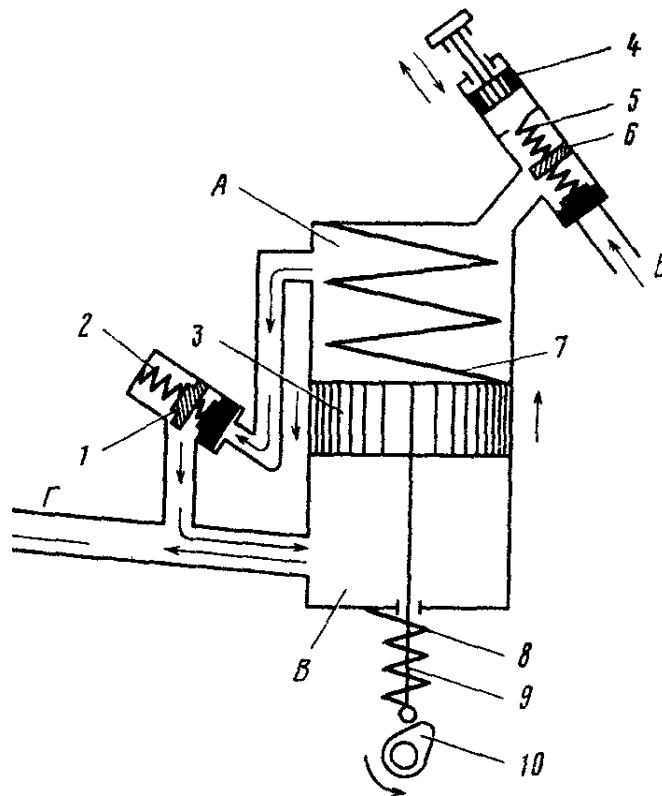


Рис. 1.5 Схема функціонування паливного насоса низького тиску та ручного паливопідкачувального насоса:

1 - клапан всмоктування; 2, 5, 7, 8 - пружини; 3 - поршень; 4 - поршень ручного паливопідкачувального насоса; 6 - клапан подачі; 9 - штовхач; 10 - ексцентрик; А - камера всмоктування; В - паливоподача з фільтру грубого очищення; В - камера нагнітання; Г - паливоподача до паливного насоса високого тиску.

Паливний насос високого тиску відіграє ключову роль у системі живлення дизельного двигуна і можна вважати його "серцем". Цей насос працює на основі плунжерної пари, яка складається з поршня (плунжера) і циліндра (втулки) компактних розмірів.

Плунжерна пара паливного насоса виготовлена з високоякісної сталі і має високу точність виготовлення. Це забезпечує створення мінімального зазору між плунжером і втулкою, що забезпечує прецизійне з'єднання. Існують три типи насосів:

Форсунки в паливній системі дизельного двигуна є останніми компонентами та одними з найбільш зношуваних елементів. Вони працюють у

важких умовах, де голка розпилювача виконує часті зворотно-поступальні рухи з низькою частотою, що становить половину обертів двигуна, і безпосередньо взаємодіє з камерою згоряння. Тому розпилювач форсунки виготовляється з високотемпературних матеріалів з високою точністю, що робить його ключовою та важливою деталлю.

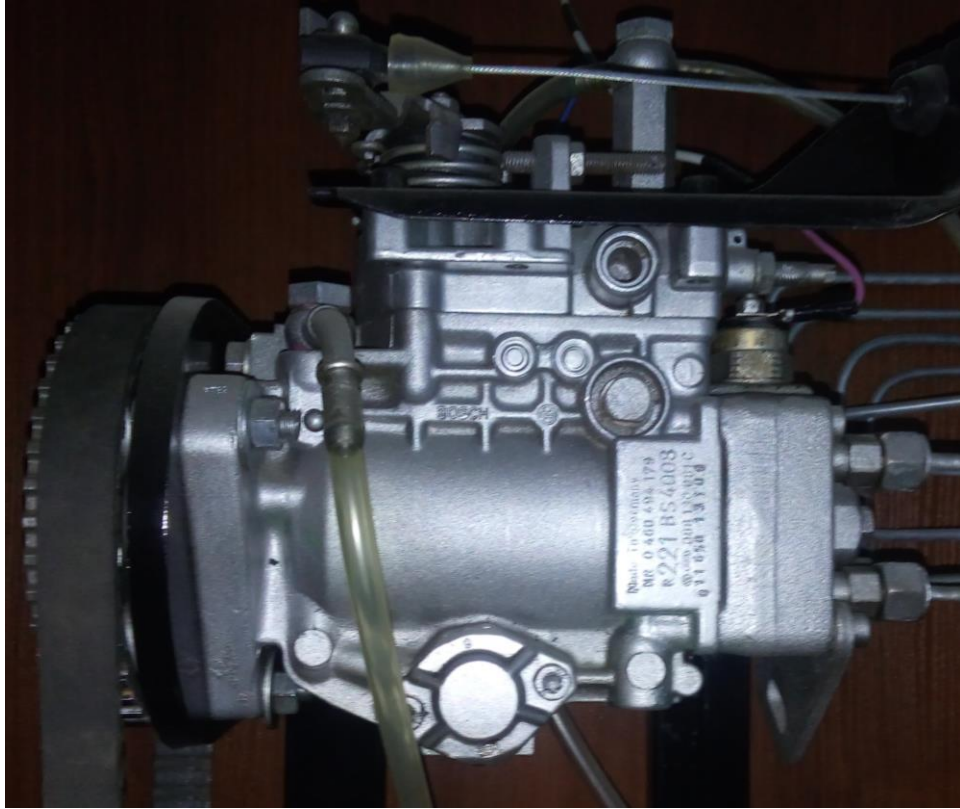


Рис. 1.6. Volkswagen Golf II паливний насос високого тиску



Рис. 1.7. Форсунка автомобіля Volkswagen Golf II

Форсунки та системи паливоподачі (ПНВТ) мають важливу роль у забезпеченні точно дозованої кількості палива до камери згоряння. Регулювання тиску відкриття форсунок визначає робочий тиск у паливній системі, а тип розпилювача впливає на форму факела палива, що має суттєве

значення для процесу самозаймання та згоряння. Зазвичай використовуються два типи форсунок: зі шрифтовим або багатоотворним розподільником. Залежно від способу уприскування, форсунки можуть бути механічними, електромагнітними, електрогідравлічними або п'єзоелектричними.

Система передпускового підігріву в дизелях відповідає за забезпечення холодного запуску. Ця система включає електричні нагрівальні елементи, які називаються свічками розжарювання, що вставляються в камери згоряння. При ввімкненні запалення свічки розжарювання нагріваються протягом кількох секунд до температури 800-900 градусів Цельсія. Це нагрівання допомагає підігріти повітря в камері згоряння і полегшує самозаймання палива. Водій отримує сигнал про роботу системи передпускового підігріву через контрольну лампу, яка згасає, показуючи готовність до запуску. Після запуску електроживлення відключається автоматично, але затримується на 15-25 секунд, щоб забезпечити стабільну роботу незагрітого двигуна. Сучасні системи передпускового підігріву забезпечують легкий запуск дизеля при температурі 25-30 градусів Цельсія, за умови використання відповідних масел і дизпалива відповідно до сезону.

1.2 Види паливних насосів високого тиску

Існує кілька видів паливних насосів високого тиску, які використовуються в різних типах двигунів і систем живлення. Ось кілька основних видів паливних насосів високого тиску:

Роторний насос (Rotary Pump): Використовує роторні елементи для створення високого тиску палива. Цей тип насоса часто зустрічається у дизельних двигунах.

Роторний насос (Rotary Pump) є одним з видів паливних насосів високого тиску. Він використовує роторні елементи для створення високого тиску палива. Цей тип насоса часто застосовується в дизельних двигунах.

У роторному насосі високого тиску використовується ротор з рейками або лопатками, які обертаються всередині корпусу насоса. Рух ротору утворює збільшення та зменшення об'єму камери, що сприяє створенню високого тиску

палива. Паливо втягується до камери на вході та виштовхується під високим тиском на виході.

Роторні насоси здатні забезпечити стабільну подачу палива при високому тиску, що дозволяє забезпечити ефективне впорскування палива в циліндри двигуна. Вони використовуються в дизельних двигунах різних транспортних засобів, включаючи автомобілі, вантажівки та судна.

Роторні насоси є популярними через свою надійність, компактність та ефективність. Вони добре пристосовані до високих тисків та вимог сучасних систем живлення дизельних двигунів.

Торцевий насос (Plunger Pump): Складається з торцевих плунжерів, які створюють високий тиск палива. Використовується в системах безпосереднього впорскування палива.

Торцевий насос (Plunger Pump) є ще одним типом паливних насосів високого тиску. Він використовує торцеві елементи (плунжери) для створення високого тиску палива. Торцеві насоси зазвичай використовуються в системах впорскування палива дизельних двигунів.

Будова торцевого насоса включає насосову головку, плунжери, циліндр та ряд роз'єднувальних і ущільнювальних елементів. Плунжери розташовані всередині циліндра та можуть рухатись у вертикальному напрямку. Коли плунжери рухаються вниз, вони стискають паливо у циліндрі, створюючи високий тиск. Насосова головка містить клапани, що керують потоком палива.

Принцип роботи торцевого насоса полягає в такому:

Під час руху плунжерів вниз, паливо всмоктується через клапани в паливний канал.

Коли плунжери піднімаються вгору, клапани закриваються, а паливо стискається в циліндрі, створюючи високий тиск.

Після досягнення максимального тиску, клапани відкриваються, і паливо поступово виходить з насоса і направляється до форсунок для впорскування в циліндри двигуна.

Торцеві насоси є ефективними і надійними, оскільки вони здатні створювати високий тиск палива, необхідний для ефективного впорскування в циліндри. Вони широко використовуються в дизельних двигунах різного типу

транспортних засобів, будівельної техніки та промислових установках, де потрібен точний та сильний потік палива.

Електромагнітний насос (Electromagnetic Pump): Цей тип насоса використовує електромагнітну силу для створення потоку палива високого тиску.

Електромагнітний насос (Electromagnetic Pump) - це тип паливного насоса, який використовує електромагнітне поле для переміщення палива. Він забезпечує нагнітаючий потік палива з високим тиском.

Будова електромагнітного насоса включає корпус, електромагнітну котушку, ковпачок, вихідний клапан та паливний канал. Корпус містить паливний канал, через який протікає паливо. Електромагнітна котушка розташована поряд з паливним каналом і має намагнічування, що створює магнітне поле.

Принцип роботи електромагнітного насоса наступний:

Коли електричний струм проходить через електромагнітну котушку, вона створює магнітне поле.

Магнітне поле залучає або відштовхує магнітний ковпачок, що знаходиться у паливному каналі, залежно від напрямку струму.

Рух ковпачка викликає переміщення палива через насосний канал.

Під час переміщення палива, вихідний клапан відкривається, що дозволяє паливу виходити з насоса з високим тиском.

При зміні напрямку струму в електромагнітній котушці, ковпачок також змінює своє положення, що забезпечує переміщення палива у протилежному напрямку.

Електромагнітні насоси мають просту конструкцію та високу надійність. Вони широко використовуються в автомобільній техніці, а також у промислових та побутових застосуваннях, де потрібно надійне та точне переміщення палива.

Високотисковий насос з рейковим впорскувачем (High-Pressure Pump with Common Rail Injector): Цей тип насоса сполучений з системою спільного рейки впорскувачів. Використовується в сучасних системах безпосереднього впорскування Common Rail.

Високотисковий насос з рейковим впорскувачем (High-Pressure Pump with Common Rail Injector) є однією з ключових складових системи впорскування палива у сучасних дизельних двигунах. Він використовується для постачання високого тиску палива до впорскувачів (інжекторів), що забезпечує точну та ефективну подачу палива до камери згоряння двигуна.

Будова високотискового насоса з рейковим впорскувачем включає наступні компоненти:

Корпус насоса: Металевий корпус, який містить всі внутрішні компоненти насоса та забезпечує їх захист і жорсткість.

Роторна група: Складається з роторного валика та лопаток, які створюють внутрішній тиск палива шляхом обертання.

Електричний двигун: Забезпечує рух роторної групи насоса.

Виливний клапан: Регулює високий тиск палива та запобігає перевищенню допустимих значень.

Рейковий впорскувач (Common Rail Injector): Приймає паливо з високотискового насоса та розпилює його у вигляді дрібних струменів безпосередньо у камеру згоряння двигуна.

Принцип роботи високотискового насоса з рейковим впорскувачем:

Паливо з бака поступає до насоса через вхідний отвір.

Електричний двигун запускає роторну групу, що створює потужний тиск палива.

Високотисковий насос постачає паливо під високим тиском до спеціального паливного рейки (common rail), яка функціонує як резервуар.

Паливо утримується в рейці, готове до впорскування.

Коли необхідно впорснути паливо

Ці види паливних насосів високого тиску представляють лише кілька з багатьох існуючих варіантів. Кожен тип насоса має свої особливості та використовується в різних типах двигунів та додаткових системах живлення.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характерні несправності системи живлення

Система живлення дизельного двигуна також може стикатися з різними несправностями, які можуть впливати на його ефективність та працездатність. Ось кілька типових несправностей, які можуть виникати в системі живлення дизельного двигуна:

Проблеми з паливним насосом: Несправність паливного насоса може включати засмічення фільтрів палива, пошкодження електричних з'єднань, знос чи пошкодження ротору або інші проблеми. Це може призвести до неправильної подачі палива до форсунок або недостатнього тиску палива.

Забруднення форсунок: Форсунки можуть засмічуватися від накопичення вапна, корозії або забруднень. Це може призвести до неправильного розпилення палива або його недостатньої подачі, що може спричинити проблеми з запуском двигуна, нерівномірну роботу або втрату потужності.

Проблеми з системою впорскування: Це можуть бути проблеми з електромагнітними клапанами, витокami палива, некоректним розподілом палива між форсунками або неправильним розпиленням палива. Ці проблеми можуть призвести до неефективного використання палива, підвищеного рівня викидів та нерівномірної роботи двигуна.

Проблеми з паливним фільтром: Забруднення або засмічення паливного фільтра може обмежувати протікання палива, що призводить до недостатньої подачі палива до двигуна та погіршення його ефективності.

Погана якість палива: Використання низькоякісного або забрудненого палива може спричинити засмічення форсунок, утворення відкладень на внутрішніх поверхнях системи впорскування та погіршення загальної ефективності двигуна.

Ці несправності можуть впливати на роботу дизельного двигуна, його потужність, споживання палива та екологічні показники. В разі виявлення будь-яких несправностей рекомендується звернутися до кваліфікованого технічного спеціаліста для діагностики та вирішення проблеми.

2.2 Контроль системи живлення дизельних двигунів

Контроль системи живлення дизельних двигунів включає низку заходів для перевірки та оцінки її ефективності та правильності функціонування. Основні етапи контролю системи живлення можуть включати:

Перевірка герметичності системи: Для цього можуть використовуватись спеціальні пристрої або методи, які дозволяють виявити можливі витіки повітря або палива у системі. Негерметичність може призводити до порушення роботи системи та перевитрати палива.

Огляд та очищення паливних та повітряних фільтрів: Перевіряють стан фільтрів та їх пропускну здатність. Якщо фільтри забруднені, вони можуть обмежувати потік повітря або палива, що впливає на ефективність роботи системи живлення.

Перевірка паливopідкачувального насоса: Вимірюють продуктивність паливopідкачувального насоса при заданому тиску, а також перевіряють тиск при повністю перекритому паливному каналі. Відповідні значення повинні відповідати встановленим стандартам.

Перевірка насоса високого тиску та форсунок: Визначають початок подачі палива, рівномірність та обсяг подачі палива в циліндри двигуна. Використовуються спеціальні прилади, такі як моментоскопи, для вимірювання та фіксації цих параметрів.

Ці етапи контролю допомагають забезпечити правильну роботу системи живлення дизельного двигуна, зменшити витрати палива та зберегти його ефективність.

2.3 Стенди для перевірки і регулювання ПНВТ

На стендах для дизельної паливної апаратури перевіряють паливopідкачувальний насос і паливний насос високого тиску (див. рисунок 2.1). У разі заміни плунжерних пар або відновлення будь-якого з'єднання в насосі або регуляторі, перед регулюванням перевіряють насос на стенді з повною подачею палива протягом 10-15 хвилин без форсунок, а потім 20-30

хвилин з форсунками, при частоті обертання кулачкового валу в межах 800-850 оборотів за хвилину.

Під час цього процесу враховують можливі появи стукітів, місцевих нагрівів, витоків палива, масла та інших проблем. Після виявлення несправностей і їх усунення, приступають до регулювання насоса.

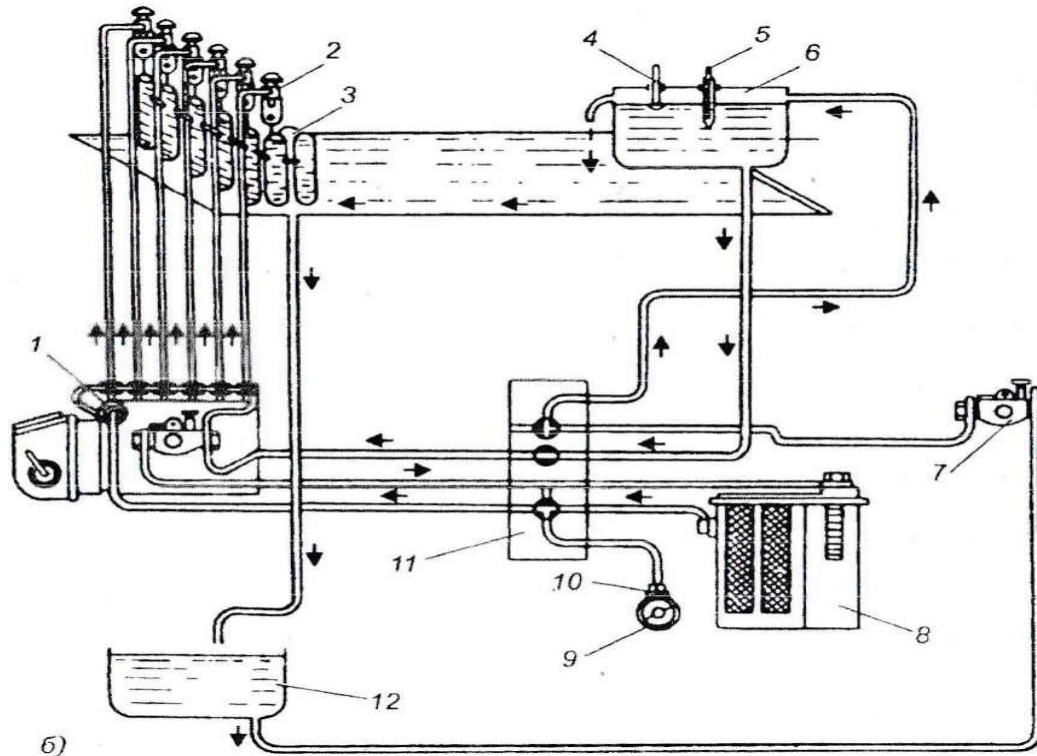


Рис. 2.1. Схема стенду для перевірки дизельної паливної апаратури:

1 - Паливна насосно-форсункова система (ПНВС); 2 - Форсунка палива; 3 - Калібровані циліндри для вимірювання об'єму; 4 - Індикатор рівня палива; 5 - Термометр для вимірювання температури; 6 - Верхній резервуар для палива; 7 - Паливопідкачувальний насос; 8 - Фільтр палива; 9 - Манометр для вимірювання тиску; 10 - Амортизатор (демпфер); 11 - Розподільник палива; 12 - Нижній резервуар для палива.

2.4 Діагностика ПНВТ

Діагностика паливного насосу високого тиску включає наступні кроки:

Візуальний огляд: Перевірка паливного насоса на видимі пошкодження, витoki палива або ознаки зношення. Важливо переконатися, що насос належним чином закріплений і немає витоків навколо нього.

Вимірювання тиску: Встановлення манометра для вимірювання тиску палива, яке надходить від паливного насосу високого тиску. Це допомагає виявити проблеми з тиском, такі як низький або нерівномірний тиск.

Перевірка витрати палива: Вимірювання витрати палива, що подається паливним насосом високого тиску. Це можна зробити за допомогою вимірювального приладу або спеціалізованого обладнання.

Аналіз шумів: Слухова перевірка роботи паливного насоса на наявність незвичайних шумів, стуків або вібрацій, які можуть свідчити про несправності.

Перевірка електричних з'єднань: Переконавання, що всі електричні з'єднання до паливного насоса високого тиску щільно закріплені і не мають ознак корозії або пошкоджень.

Перевірка системи живлення: Діагностика інших компонентів системи живлення, таких як паливний фільтр, паливопроводи та датчики, для виявлення можливих причин несправностей паливного насоса.

Ці кроки можуть варіюватися залежно від конкретного типу паливного насоса і наявного діагностичного обладнання.

2.5 Ремонт ПНВТ VW Golf II

Ремонт системи паливного насоса високого тиску (ПНВТ) у Volkswagen Golf II може стати необхідним під час експлуатації дизельного двигуна. У деяких випадках, це може бути плановим обслуговуванням, але часто потребує негайного сервісу, щоб уникнути серйозних проблем з паливною системою та самим двигуном.

Паливний насос високого тиску Bosch, який використовується, є одноплунжерним розподільного типу. Його основне завдання - постачати високим тиском необхідний обсяг палива в циліндри дизельного двигуна в потрібний момент часу. Він складається з таких основних компонентів: роторно-лопатевого паливного насоса низького тиску, де перепускні клапани регулюються; автоматичного регулятора обертання, що використовує пружини та тяги; автоматичного механізму кута випередження впорскування;

соленоїдного пристрою, який контролює подачу палива; і плунжерної пари (розподільної головки з муфтою та блоку високого тиску).

Додатково, паливний насос високого тиску може бути комплектований різними адаптаційними пристроями, такими як коректор кута випередження упорскування або прискорювач холодного пуску.

Ремонт системи паливного насоса високого тиску (ПНВТ) Bosch розподільного типу відрізняється тим, що його компоненти особливо вразливі до механічних пошкоджень, оскільки вони піддаються високому навантаженню на пружини. Одним із факторів, що може призвести до цього, є використання низькоякісного дизельного палива. Забезпечення максимального тиску впорскування здійснюється за допомогою коротких магістралей високого тиску.

При ремонті ПНВТ Bosch застосовуються оригінальні запчастини від Bosch, які завжди доступні на складах сервісних центрів. Це означає, що не потрібно чекати постачання запасних частин від виробника, витрачаючи час на бездіяльність техніки.

Ремонт системи паливного насоса високого тиску (ПНВТ) Bosch виконується виключно висококваліфікованими механіками, які працюють в дизельних сервісних центрах. Деякі з них пройшли спеціальні курси навчання, надані самою Bosch, і мають багаторічний досвід роботи з такими типами двигунів.

2.6 Технологічний процес ремонту

Під час ремонту паливного насоса високого тиску важливо зберігати такі точні деталі, як корпус розпилювача з голкою, нагнітальний клапан з сідлом і шток з втулкою. Перед початком ремонту форсунок ці деталі знімаються і піддаються очищенню в спеціальній ультразвуковій ванні. Після цього деталі ретельно висушуються і перевіряються на наявність дефектів. На корпусі деталей можуть виникати тріщини, а якщо отвори під штовхачі плунжерів зношуються, вони піддаються обробці до ремонтного розміру. Знос отворів під підшипники усувається за допомогою постановки ДРД або гальванічного

натирання. Виявлені несправності, такі як знос робочих поверхонь плунжерної пари, які призводять до витoku палива, можуть бути усунені шляхом заміни деталей. Корозія і задирки на поверхнях нагнітального клапана, а також на торці сідла, можуть бути видалені за допомогою притирочних паст. Розпилювач форсунки також може мати дефекти, які виправляються за допомогою притирок на спеціальній плиті. Після завершення ремонту паливного насоса високого тиску і збирання всіх компонентів насос піддається регулюванню та тестуванню на стенді. На стенді насос перевіряється на початок подачі палива, рівномірність подачі, герметичність та продуктивність в різних режимах роботи.

2.7 Прокачування системи живлення

Прокачування системи живлення дизельного двигуна включає наступні кроки:

Підготовка: Переконайтеся, що система живлення вимкнена, а автомобіль знаходиться на рівній поверхні. Перевірте рівень палива в паливному баці, щоб упевнитися, що його достатньо для прокачування.

Знаходження паливного насоса: Знайдіть паливний насос у двигуновому відсіку. Зазвичай він знаходиться поряд із двигуном або на близькій відстані.

Знімання повітря з системи: Відкрийте спеціальний штуцер або гайку на верхній частині паливного фільтра або насоса. Підключіть трубку або шланг до штуцера і розташуйте його в контейнері з паливом.

Прокачування палива: За допомогою помпи або ручного насоса почніть прокачування палива в систему. Поступово натискайте або крутіть помпу, доки не почнете відчувати опір або побачите паливо виходить з повітряного клапана.

Видалення повітря з системи: Продовжуйте прокачувати паливо, поки не зникне повітря з системи. Спостерігайте за повітряними бульбашками у випливаючому паливі і продовжуйте прокачувати, поки паливо не стане без повітряними забрудненнями.

Закриття штуцера: Після того, як ви впевнилися, що повітря видалено з системи, закрийте штуцер або гайку на паливному фільтрі або насосі.

Перевірка роботи системи: Запустіть двигун і переконайтеся, що система живлення працює належним чином. Слухайте неправильні звуки або несправності, які можуть виникнути під час

2.8 Заміна форсунок

Несправні форсунки видаляють з двигуна, розбирають і очищають від нагару. Щоб зробити це, розпилювачі занурюють у ванну з бензином, який допомагає розм'якшити нагар. Далі, вони очищують розпилювачі, використовуючи дерев'яний брусок, змочений дизельним маслом, і промивають внутрішню порожнину профільтрованим дизельним паливом. Для прочищення соплових отворів використовують спеціальні пристосування, не застосовуючи гострих або твердих предметів або шліфувальної шкурки.

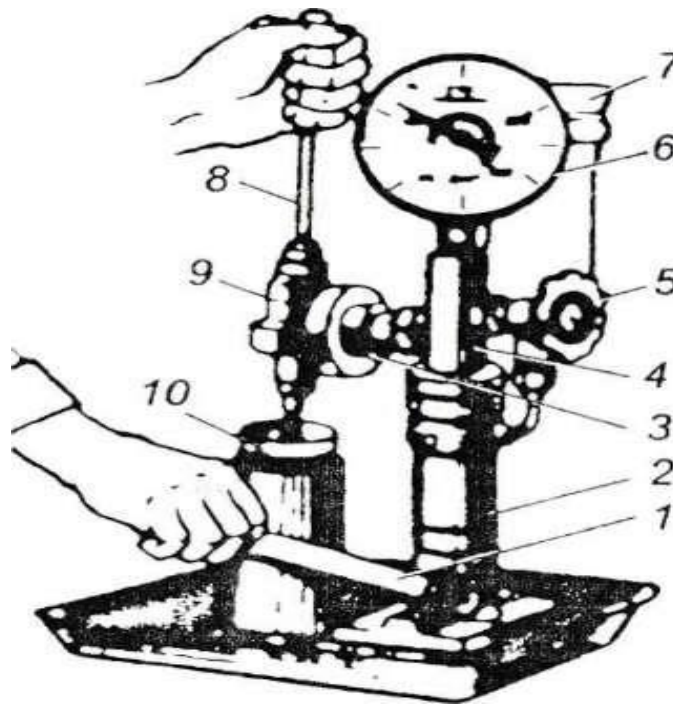


Рис. 2.1 - Перевірка і регулювання форсунки на приладі КИ-652:

1 Елементом номер один є рукоятка або важіль. 2 Другим компонентом є оболонка або корпус. 3 Маховик є третім елементом. 4 Четвертий елемент - розподільник. 5 П'ятий елемент - запірний клапан або вентиль. 6 Манометр займає шосте місце. 7 Паливний бачок є сьомим компонентом. 8 Для дев'ятого елементу використовується викрутка. 9 Десятий елемент - форсунка. 10 Прозорий захисний ковпак є останнім компонентом.

Пошкоджені форсунки можна виявити шляхом послідовного відвіртання гаєк кріплення паливопроводів до форсунок під час роботи двигуна на холостому ході. Якщо під час відвіртання наступної гайки спостерігається зниження обертів двигуна, це означає, що саме ця форсунка несправна. На автомобільних сервісних станціях форсунки можна перевірити за допомогою манометра.

Основні ознаки пошкоджених форсунок:

Нестверджена робота двигуна.

Стук у одному або кількох циліндрах.

Перегрів двигуна.

Втрата потужності двигуна.

Вихлопний газ чорного кольору.

Велика витрата палива.

Порядок дій:

Промити паливопроводи миючим засобом за допомогою холодної води.

Відвернути гайки кріплення паливопроводів і зняти їх, дотримуючись правильної форми паливопроводів.

Витягти форсунки за допомогою накидного ключа.

Замінити ущільнювальні шайби між форсунками і головкою блоку. При встановленні шайби повинні бути спрямовані стрілкою до головки блоку.

Затягнути нові форсунки з моментом 70 Н•м (7,0 кгс•м).

Встановити паливопроводи і затягнути гайки кріплення з моментом 25 Н•м (2,5 кгс•м).

2.9 Заміна паливного фільтра

Порядок заміни паливного фільтра:

Очистити паливопроводи, які приєднані до фільтра, і зняти їх, послабивши хомути.

Якщо паливний фільтр має підігрів, вийняти пружинний тримач 4, але не від'єднувати шланги від штуцерів 3 і 6, і вийняти клапан 5.

Викрутити паливний фільтр з його кронштейном.

Зняти кронштейн з фільтра і встановити його на новий фільтр.

Встановити новий фільтр з кронштейном так, щоб стрілки на фільтрі були спрямовані вперед автомобіля.

Під'єднати паливопроводи до штуцерів 1 і 2.

Якщо паливний фільтр має підігрів, встановити клапан 5 на місце і закріпити його пружинним тримачем 4.

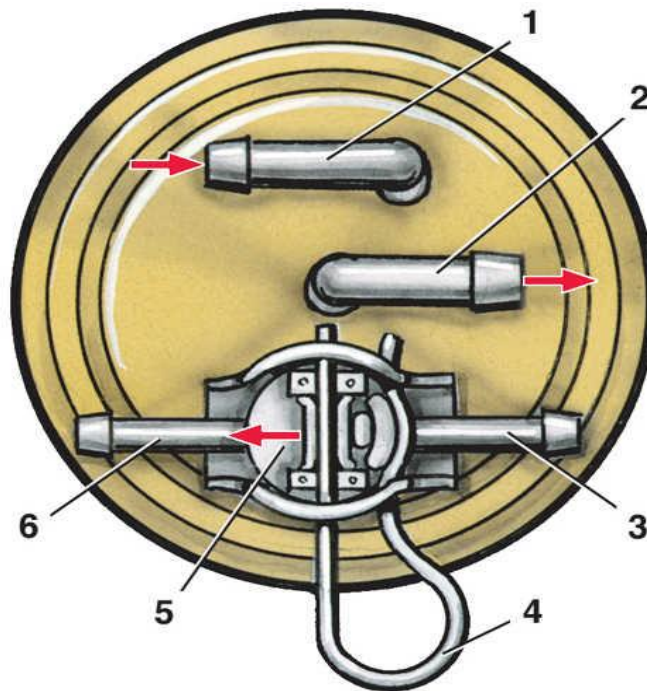


Рисунок 2.3 - Паливний фільтр:

1. Штуцер для підводу палива з бака до шланга. 2. Штуцер для підводу палива з паливного насоса до паливопроводу. 3. Штуцер для відведення палива з паливного насоса через трубку зливу. 4. Механізм з пружиною для утримання елемента. 5. Запірний клапан. 6. Штуцер для відведення палива з паливного насоса в бак.

Рекомендується замінювати паливний фільтр після пробігу 30 000 кілометрів.

2.10 Технологічний процес демонтажу ПНВТ Volkswagen Golf II

Паливний насос високого тиску у автомобілі Volkswagen Golf III розташований у центральній частині моторного відсіку, між блоком циліндрів та радіатором охолодження (див. Зображення 2.4).



Рисунок 2.4 – Підкапотний простір автомобіля Volkswagen Golf III

Для демонтажу ПНВТ необхідно виконати наступні підготовчі кроки з метою безпеки: вимкнути двигун, переключити важіль передач в нейтральне положення та застосувати стоянкове гальмо. Крім того, слід встановити противідкатні упори під колеса автомобіля. Після завершення цих підготовчих заходів можна приступати до демонтажу ПНВТ. Демонтаж включає такі кроки:

За допомогою ключа обернути колінчатий вал двигуна, щоб першому циліндру було встановлено положення стиску. Під час цього процесу слід контролювати збіг міток на шестернях колінчатого валу, розподільного валу та ПНВТ.

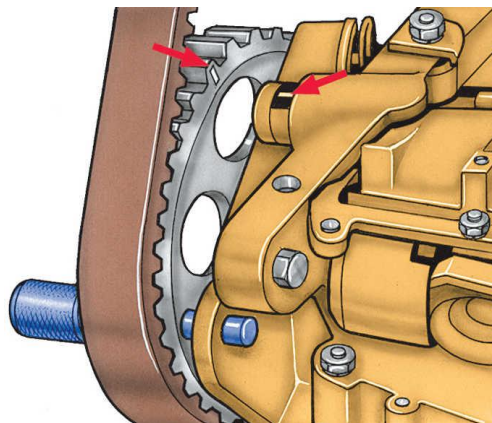


Рисунок 2.5 - Мітки ПНВТ

Від'єднати всі роз'єми, які з'єднують датчики та клапани з ПНВТ. Також потрібно від'єднати трос педалі газу.

Зняти паливні трубки, повітряний фільтр і повітряний патрубок, а також кожух ременя ГРМ. Ослабити натяжний ролик і відкрутити три болти, які тримають шестерню, і зсунути ремінь вбік. Потім можна зняти шестерню (Рис.2.6).

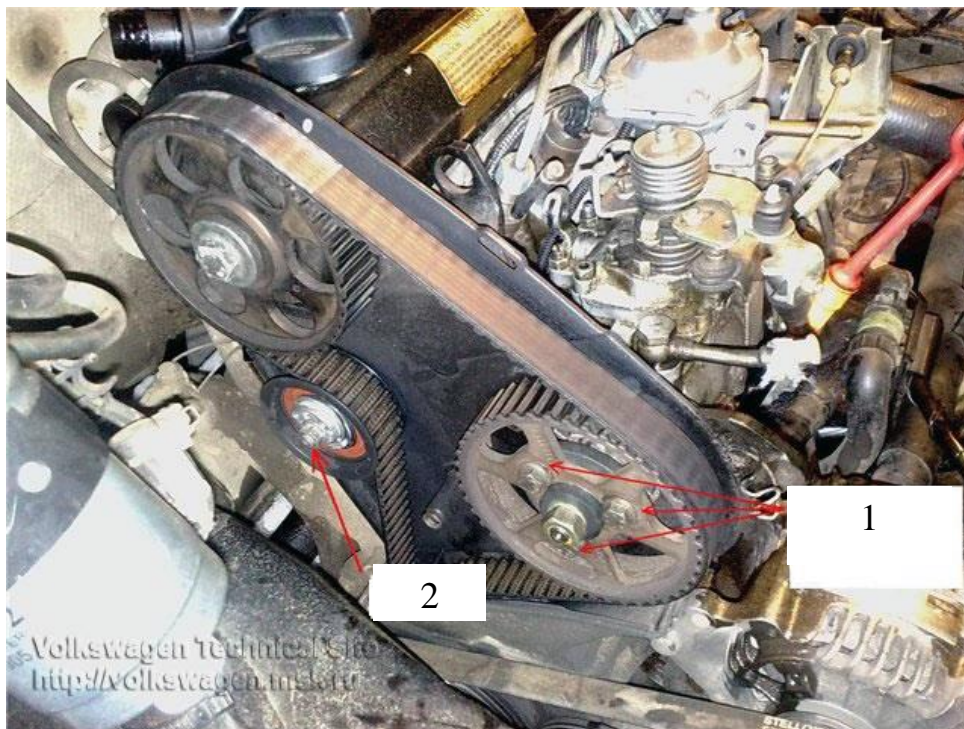


Рисунок 2.6 – Газо-розподільчий механізм Volkswagen Golf III:

1 – болт кріплення шестерні ПНВТ; 2 – натяжний ролик.

Послабити з'єднувальні патрубки високого тиску між ПНВТ та форсунками. Відкрутити болти, які тримають ПНВТ на місці (Рис.2.7).



Рисунок 2.7 – Кріплення ПНВТ

Вийняти ПНВТ з автомобіля і закрити штуцери форсунок чистою тканиною. Виконати процедуру очищення ПНВТ від бруду з метою подальшої перевірки на дефекти.

2.11 Техпроцес регулювання обертів холостого ходу ПНВТ Bosch Volkswagen Golf II

На рисунку 2.8 показані регулювальні гвинти ПНВТ автомобіля Volkswagen Golf.

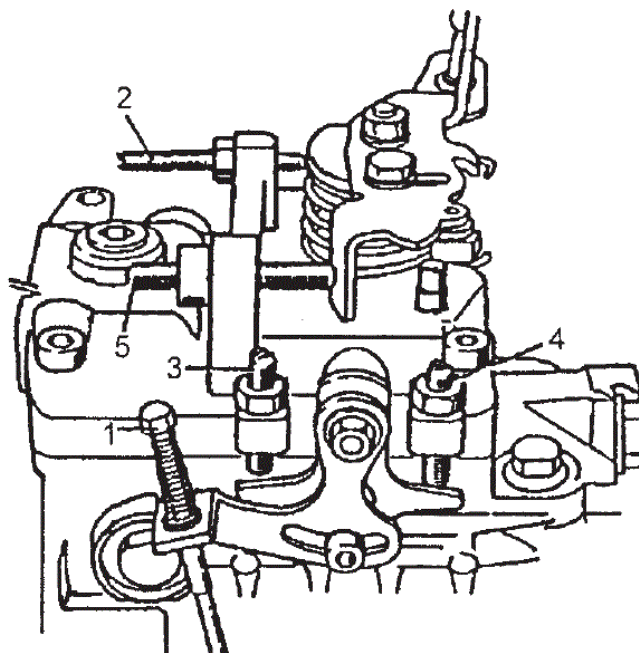


Рисунок 2.8 – Регулювальні гвинти насоса високого тиску:

1 - На рисунку 2.8 зображений регулювальний гвинт холостого ходу для автомобіля Volkswagen Golf. 2 - Також на рисунку видно гвинт максимальної частоти обертання двигуна. 3 - На рисунку присутній обмежувачий гвинт мінімальної частоти обертання холостого ходу. 4 - Там також зображений обмежувачий гвинт прискореного холостого ходу. 5 - На рисунку можна побачити упор мінімального режиму роботи двигуна.

Регулювання режимів холостого ходу виконується наступним способом:

Мінімальна частота обертів холостого ходу для дизеля без турбонаддуву повинна бути 900 об/хв. Для регулювання цієї частоти використовується гвинт 1. Якщо за допомогою гвинта 1 не вдається досягти потрібної кількості обертів,

необхідно послабити контргайку гвинта 3 і обернути його на кілька обертів. Потім гвинтом 1 встановити бажану частоту обертання, а гвинт 3 закрутити до дотику з важелем, що обмежує мінімальну частоту обертання холостого ходу. Наприкінці слід затягнути контргайку гвинта 3.

Регулювання частоти обертання прискореного холостого ходу здійснюється за допомогою гвинта 4, дотримуючись наступного порядку дій.

Спочатку перевіряється правильність регулювання мінімальної частоти обертання холостого ходу.

Витягніть рукоятку прискорювача холодного запуску до першого фіксованого положення. При цьому частота обертів повинна збільшитися на 60 об/хв.

Потім повністю витягніть рукоятку до кінця і перевірте частоту обертання, яка має бути в діапазоні 1000-1100 об/хв.

Якщо частота обертання відхиляється від норми, послабте контргайку гвинта 4. Використовуючи цей гвинт, відрегулюйте частоту прискореного холостого ходу і потім затягніть контргайку, щоб зафіксувати налаштування.

Регулювання максимальної частоти обертання холостого ходу виконується за наступною процедурою.

Прогрійте двигун до робочої температури, забезпечивши, щоб температура мастила була не менше 60°C.

Швидко натисніть педаль акселератора до кінця і перевірте частоту обертання, яка має знаходитися в діапазоні 4950-5150 об/хв.

Якщо частота обертання виходить за ці межі, виконайте регулювання за допомогою гвинта 2.

Примітка: Гвинт 2 є опломбованим і його регулювання повинно виконуватися тільки кваліфікованим механіком або сервісною службою.

Остаточне регулювання мінімальної частоти обертання холостого ходу виконується за допомогою гвинта 5. Закручування гвинта призводить до збільшення частоти обертання, а викручування - до зменшення.

Примітка: Положення регулювального гвинта мінімального режиму встановлене на заводі і не повинно змінюватися протягом експлуатації.

2.12 Технологічний процес установки кута випередження впорскування палива

Для установки кута випередження впорскування палива потрібно:

Підготуйте автомобіль, встановивши його на стоянкове гальмо. Оберніть колінчастий вал, щоб поршень першого циліндра знаходився у верхній мертвій точці стиснення, вирівнявши мітки на колінчастому валу і паливному насосі.

Очистіть та промийте область навколо плунжерної головки від бруду.

Відкрутіть пробку на торці плунжерної головки ПНВТ (знаходиться по центру між штуцерами трубок високого тиску). Переконайтеся, що ущільнююче мідне кільце також вийшло разом з пробкою.

Замість пробки (зображеної на Рис.2.5), ввімкніть адаптер 2 та прикріпіть до нього часовий індикатор 1 типу ИЧ-10. Забезпечте попередній натяг на індикаторі 3 мм.

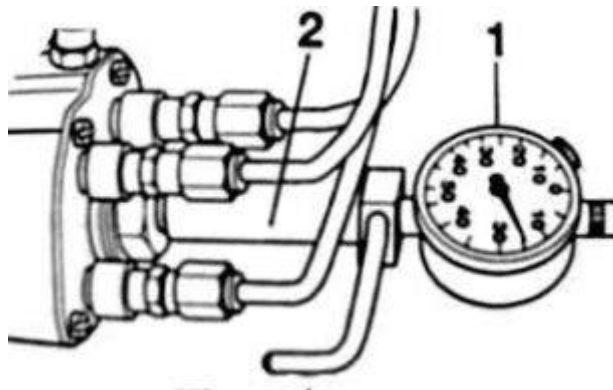


Рисунок 2.9 – Індикатор ИЧ-10 в корпусі ПНВТ

Повільно проти годинникової стрілки повертайте колінчастий вал двигуна, спостерігаючи за стрілкою індикатора. Зупиніть прокручування колінчастого вала, коли стрілка перестане рухатися. В цьому положенні обнулите велику шкалу індикатора.

Повільно прокручуйте колінчастий вал у напрямку роботи двигуна до збігу мітки на маховику з репером або до того, як установочний палець увійде в отвір маховика. В цьому положенні індикатор повинен показувати значення 0,8-0,9 мм.

Якщо індикатор показує інші значення, ніж заводські, потрібно здійснити регулювання.

Для проведення регулювання відкрутіть кріплення ПНВТ до двигуна та кронштейна. Потім, рухаючи самим насосом, досягніть показання індикатора 0,8-0,9 мм.

2.13 Технологічний процес заміру і регулювання тиску підкачуючого насосу

Для вимірювання тиску на виході паливопідкачуючого насосу необхідно:
Відкрутити редукційний клапан низького тиску з корпусу ПНВТ.



Рисунок 2.10 – Редукційний клапан низького тиску ПНВТ

Замість клапану, ввинтіть манометр для вимірювання тиску палива.

Запустіть автомобіль і виміряйте тиск при 1250 та 2150 оборотах на хвилину.

Згідно технічної документації, нормальний тиск підкачуючого насосу повинен бути в діапазоні 0,49-0,55 МПа при 1250 оборотах на хвилину та 0,73-0,79 МПа при 2150 оборотах на хвилину.

Якщо тиск не відповідає цим значенням, виконуйте регулювання.

Якщо тиск занадто низький, можна легкими ударами молотка по виколотці або штоці відповідного діаметра перемістити пробку всередину корпусу клапана, збільшуючи тим самим попередній стиск пружини.

Якщо тиск нижче норми, викрутіть клапан з корпусу насоса і, використовуючи спеціальний інструмент, розіберіть його.

За допомогою виколотки вибийте пробку зсередини так, щоб вона стала на рівні з корпусом клапана. Встановіть пружину, поршень і пружинне кільце на місце за допомогою відповідного інструменту.

Поверніть клапан в корпус ПНВТ і відрегулюйте тиск.

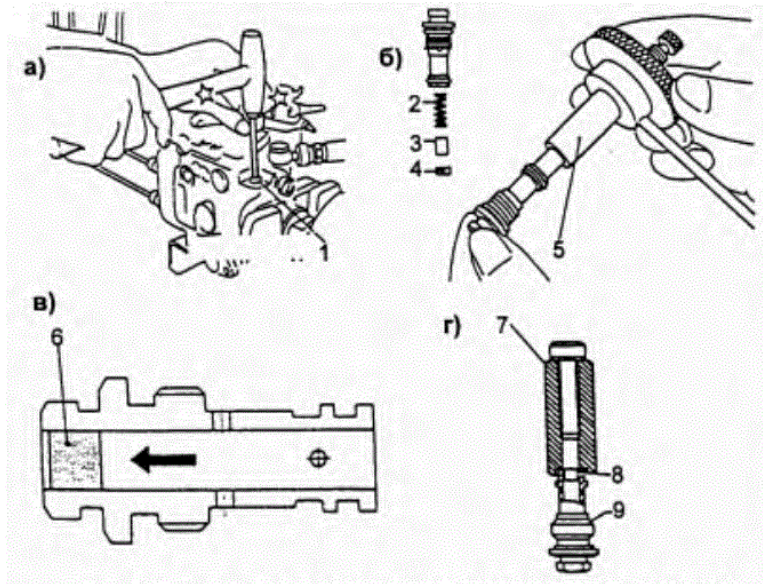


Рисунок 2.11 – Регулювання редукційного клапана низького тиску

Оснащення для розбору клапана включає наступні елементи: клапан (1), пружину (2), поршень (3), пружинне кільце (4), спеціальне приспособлення для розбору клапана (5) та пробку-упор пружини (6).

2.14 Техніко-економічна оцінка конструкторської розробки

Створення стенду проводиться в механічній майстерні ТНТУ. Вартість виготовлення стенду включає прямі виробничі витрати, пов'язані з його створенням, а також непрямі витрати.

$$B_{стенду} = B_{прям.} + B_{непрям.} \quad (2.1)$$

До прямих витрат на експлуатацію входять:

$$B_{прям} = B_{закуп.} + B_{мат} + B_{заг.} + B_{соц.пот.}, \quad (2.2)$$

До непрямих витрат належать:

$$B_{непрям} = B_{заг.вир.} + B_{заг.госп.},$$

Складові витрат на виготовлення стенду включають:

Придбані компоненти та агрегати, які використовуються без змін у конструкції, перераховані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вартість покупних вузлів і агрегатів ($B_{\text{закуп.}}$)

№	Назва виробу	Одиниці обліку	К-сть	Ціна		Балансов а вартість
				одного	всіх	
1	Електродвигун	шт.	1	600	600	660
2	Паливопроводи	шт.	1	20	20	22
3	Пас приводу	шт.	1	40	40	44
4	Колби	шт.	4	60	240	264
5	Манометри	шт.	4	45	180	198
6	Паливний бак	шт.	1	20	20	22
7	ПНВТ	шт.	1	700	700	770
8	Трубки	шт.	4	40	160	176
9	Форсунки	шт.	4	80	320	352
10	Фільтри	шт.	1	120	120	132
1	Всього				2400	2640

Примітка: Балансова вартість придбаних матеріалів визначається шляхом помноження преїскурантної ціни на коефіцієнт 1.1, який враховує витрати на транспортування і монтаж вузлів і агрегатів.

Для виготовлення монтажних кріплень всіх вузлів і агрегатів використовуються матеріали, перераховані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вартість використаних матеріалів ($B_{\text{мат}}$)

№	Назва матеріалу	Одиниці обліку	К-сть	Ціна		Балансова вартість
				одного	всіх	
1	Труба профільна	м ²	1	9	9	9,9
2	Фарба	шт.	2	25	50	55
	Всього				59	64,9

У таблиці 2.3 наведено складність виготовлення конструкції та розрахунок основної заробітної плати.

Таблиця 2.3 – Вартість виготовлення конструкції стенду

Назва робіт	Трудомісткість люд.- год.	Розряд робітника	Годинна тарифна ставка	Вартість робіт, грн..
розкрій	1,1	3	14,6	13,86
зварювання	3,9	4	16,5	56,55
свердління	0,9	3	14,6	11,34
токальні	2,2	4	16,5	31,9
шліфувальні	1,9	5	18,0	30,4
складальні	48,2	4	16,5	698,2
фарбувальні	1,2	3	14,6	15,12
Всього	59,4			857,37

Загальна сума заробітної плати в гривнях, враховуючи районний коефіцієнт, обчислюється за допомогою такої формули:

$$Z_{\text{заг}} = (Z_m + B_d + B_n) (1 + K_p / 100) \quad (2.4)$$

$$K_p = 25\%.$$

Витрати, пов'язані з доплатами і надбавками Z_d, Z_n , грн.:

$$B_d = Z_{\text{осн.}} H_d \quad (2.5)$$

$$B_n = Z_{\text{осн.}} H_n \quad (2.6)$$

$$H_d = 26\%;$$

$$H_n = 15\%.$$

$$B_d = 857,370,26 = 222,92(\text{грн.} / \text{год.})$$

$$B_n = 857,370,15 = 128,6(\text{грн.} / \text{год.})$$

Розрахункова сума заробітної плати з урахуванням коефіцієнта району становитиме:

$$Z_{\text{заг}} = (857,34 + 222,92 + 128,6)1,25 = 1208,89 (\text{грн.})$$

Сума, яка відраховується на соціальне страхування $V_{\text{соц.пот}}$, грн.:

$$B_{\text{соц.страх}} = (K_{\text{ен}} + H_{\text{нв.}}) \cdot Z_{\text{заг}} / 100 \quad (2.7)$$

$$K_{\text{ен}} = 37,5.$$

$$B_{\text{соц.страх}} = 37,5 \cdot 1208,89 / 100 = 453,33 \text{ (грн.)}$$

Проведемо розрахунок прямих експлуатаційних витрат.

$$B_{\text{прям}} = 2400 + 59 + 1208,89 + 453,33 = 4121,22 \text{ (грн.)}$$

Давайте перерахуємо загальновиробничі витрати. $B_{\text{заг.вир.}}$, грн.:

$$B_{\text{заг.вир}} = B_{\text{прям}} \cdot H_{\text{заг.вир.}} \quad (2.8)$$

$$H_{\text{заг.вир}} = 50\%.$$

$$B_{\text{заг.вир}} = 4121,22 \cdot 0,5 = 2060,61 \text{ (грн.)}$$

Проведемо огляд загальногосподарських витрат. $B_{\text{заг.госп.}}$, грн.:

$$B_{\text{заг.госп}} = B_{\text{прям}} \cdot H_{\text{заг.госп.}} \quad (2.9)$$

У даному проекті ми встановлюємо рівень на рівні 10 відсотків.

$$B_{\text{заг.госп}} = 4121,22 \cdot 0,1 = 412,12 \text{ (грн.)}$$

Проведемо визначення витрат, які не є прямими.

$$B_{\text{непрям.}} = 2090,61 + 412,12 = 2472,73 \text{ (грн.)}$$

Давайте визначимо витрати, пов'язані з виготовленням конструкції.

$$B_{\text{стенд}} = B_{\text{прям}} + B_{\text{непрям}} = 4121,22 + 2472,73 = 6593,95 \text{ (грн.)}$$

Давайте зведемо всі витрати на виготовлення конструкції в таблицю 2.4 для подальшого аналізу.

Таблиця 2.4 – Витрати на виготовлення конструкції

Найменування витрат	Позначення	Вартість, грн.
Витрати на вузли і агрегати	$B_{\text{закуп.}}$	2640
Витрати на використані матеріали	$B_{\text{мат.}}$	64,9
Витрати на заробітну плату	$Z_{\text{заг.}}$	1208,89
Відрахування на соціальне страхування	$B_{\text{соц.страх.}}$	453,33
Загальновиробничі витрати	$B_{\text{заг.вир.}}$	2060,61
Загальногосподарські витрати	$B_{\text{заг.госп.}}$	412,12
Разом		6839,89

Вартість конструкції ($B_{\text{стенд.}}$) складе 6839,85 грн.

2.15 Оцінка економічної ефективності запропонованого конструкторського рішення

Проведемо економічний аналіз розробки конструкторського рішення для стенду, призначеного для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів автомобілів VW Golf II. Оцінимо економічну ефективність запропонованого рішення шляхом розрахунку річних витрат на операцію для як базового (існуючого) технологічного процесу, так і для проектного технологічного процесу.

Базовий технологічний процес.

$$T_B = (t_n + t_{вст} + t_{випр}) * K_n \quad (2.10)$$

$$K_n = 180$$

$$T_B = (0,32 + 0,012 + 0,032) * 180 = 65,5 \text{ (люд.-год.)}$$

Річна сума, виплачена в якості заробітної плати за виконання даної операції, становить:

$$Z_{OB} = T_B * \tau_{ст} \quad (2.11)$$

$$\tau_{ст} = 14,5 \text{ грн / год.}$$

$$Z_{OB} = 65,5 * 15,5 = 1015,25 \text{ (грн.)}$$

Сума, яка сплачується у вигляді відрахувань на соціальне страхування.

$V_{соцстрах}$, грн.:

$$V_{соцстрах} = Z_{OB} * H_{ст} / 100, \quad (2.12)$$

$$V_{соцстрах} = 949,75 * 37,5 / 100 = 356,15 \text{ (грн.)}$$

Отже, загальні річні витрати на операцію у базовому варіанті позначимо як $\Sigma ВБВ$ і складають вони:

$$\Sigma ВБВ = (Z_{OB} + V_{соцстрах}) * 180 \quad (2.13)$$

$$\Sigma ВБВ = (949,75 + 356,15) * 180 = 234342 \text{ (грн.)}$$

Запропонований технологічний процес у проекті. Річна кількість годин праці, необхідна для виконання ремонтних робіт у проектованому варіанті технологічного процесу:, люд.-год.:

$$T_n = (t_{вст} + t_{випр}) * K_n, \quad (2.14)$$

$$T_{\text{п}} = (0,11 + 0,18) * 180 = 52,20 \text{ (люд.-год.)}$$

Річний обсяг оплати праці, що виплачується за виконання даної операції, становить:

$$Z_{\text{оп}} = T_{\text{п}} * \tau_{\text{ст}}, \quad (2.15)$$

$$\tau_{\text{ст}} = 14,5 \text{ грн./год.}$$

$$Z_{\text{оп}} = 52,2 * 14,5 = 756,9 \text{ (грн.)}$$

Сума, що спрямовується на соціальні потреби у вигляді відрахувань, складає: $V_{\text{соцстрах}}$, грн.:

$$V_{\text{соцстрах}} = Z_{\text{оп}} * H_{\text{оп}} / 100, \quad (2.16)$$

$$V_{\text{соцстрах}} = 756,9 * 37,5 / 100 = 283,84 \text{ (грн.)}$$

Отже, загальні річні витрати на виконання даної операції в проєктованому варіанті становлять суму:

$$\Sigma = (Z_{\text{оп}} + V_{\text{соцстрах}}) * 180 \quad (2.17)$$

$$\Sigma = (756,9 + 283,84) * 180 = 187333,2$$

Очікувана річна економія витрат на виконання операцій у проєктованому варіанті становить E_p гривень у порівнянні з базовим варіантом.

$$E_p = \Sigma V_{\text{бв}} - \Sigma V_{\text{пв}} \quad (2.18)$$

$$E_p = 217560,6 - 187333,2 = 30227,4$$

Термін окупності здійснених капітальних вкладень у виготовлення стенду вимірюється у роках.

$$Q_{\text{ок}} = \frac{V_{\text{стенд}}}{E_p} \quad (2.19)$$

$$Q_{\text{ок}} = \frac{6839,85}{30227,4} = 0,23 \text{ (року)} \approx 2,16 \text{ (місяця)}$$

Впровадження конструкторської розробки - стенду для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів автомобілів VW Golf II - приносить очевидний економічний ефект. Використання цього стенду у виробництві дозволяє знизити витрати на ремонт. Річна економія становить 30227,4 грн. Термін окупності для стенду становить 2,16 місяця.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Стенд для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів

За допомогою цього стенду можна виміряти всі технологічні параметри системи живлення дизельного двигуна.

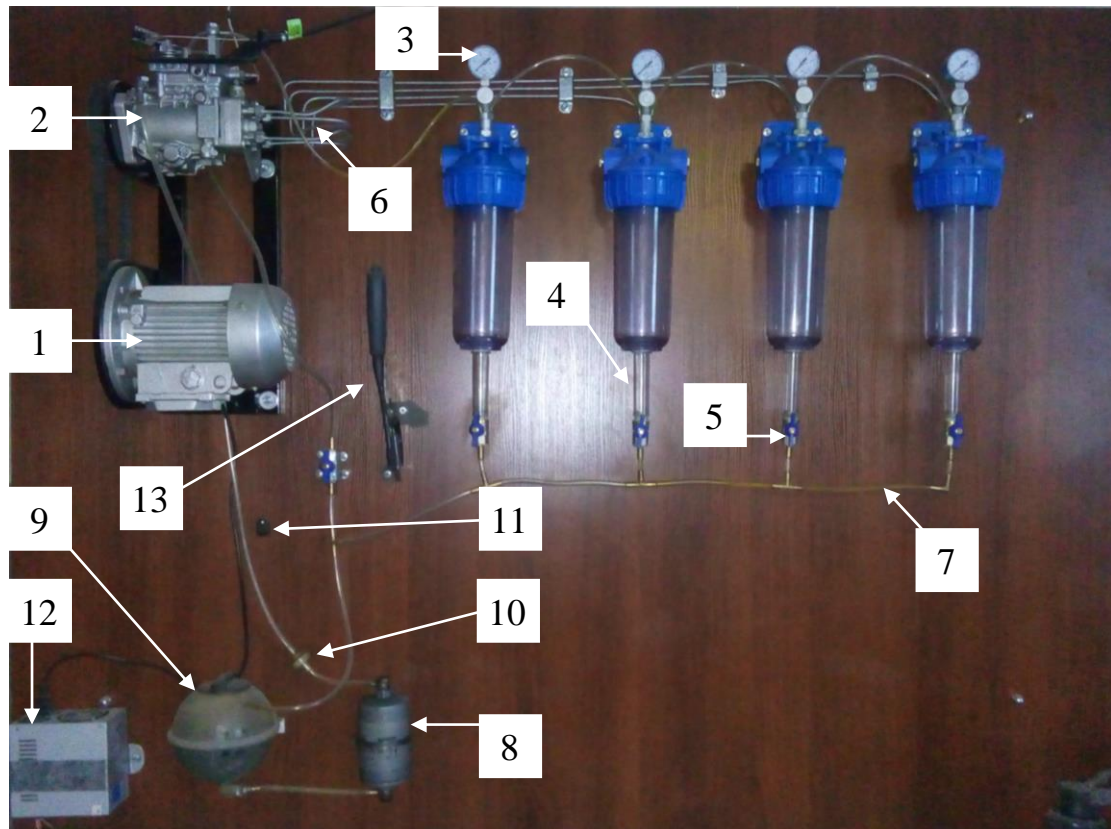


Рис. 3.1. Розроблений стенд призначений для проведення досліджень робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів.

1 - Механізм приводу електричного руху 2 - Система впорскування палива та регулювання подачі палива (ПНВТ) 3 - Прилади для вимірювання тиску форсунок 4 - Ємності для точного вимірювання об'єму 5 - Клапани для регулювання потоку 6 - Трубопроводи для транспортування палива під високим тиском 7 - Система для відведення зайвого палива 8 - Фільтруючий пристрій для очищення палива 9 - Резервуар для зберігання палива 10 - Клапан, що запобігає зворотному потоку 11 - Вимикач електромагнітного клапана 12 - Пристрій для зміни напруги (трансформатор) 13 - Регулятор подачі палива

Особливості структури стенду: На стенді знаходиться електродвигун, позначений як "електродвигун 1" (рис.3.1), який виконує функцію погонного механізму для системи впорскування палива (ПНВТ). Електродвигун має потужність 1,4 кВт і обертається з частотою 1500 обертів за хвилину.



Рис. 3.2. Електродвигун;

Особливості ПНВТ на стенді: На стенді встановлений односекційний ПНВТ розподільного типу (рис. 3.3), який містить плунжер. Плунжер приводиться в рух ексцентриковою шайбою, яка обертається. Привід ПНВТ здійснюється за допомогою зубчасто-пасової передачі, яка передає рух від шківів електродвигуна. Завдяки передаточному числу приводу (1:2), швидкість обертання електродвигуна 1500 об/хв відповідає швидкості 750 об/хв вала ПНВТ. Це відповідає середній частоті обертання колінчастого вала дизельних двигунів.

Головним компонентом стенду є розподільний ПНВТ. У середині ПНВТ розташований лопатевий паливо-підкачуючий насос, який витягує паливо з трубопроводу із бака до фільтра. В корпусі насоса знаходиться колесо з рухомими пластинками, яке обертається навколо круглого отвору. Під час обертання насоса, між пластинками завжди залишається певний обсяг, який поступово зменшується у напрямку насоса, тобто до виходу. Дизельне паливо, що знаходиться в цьому об'ємі, примусово виштовхується.

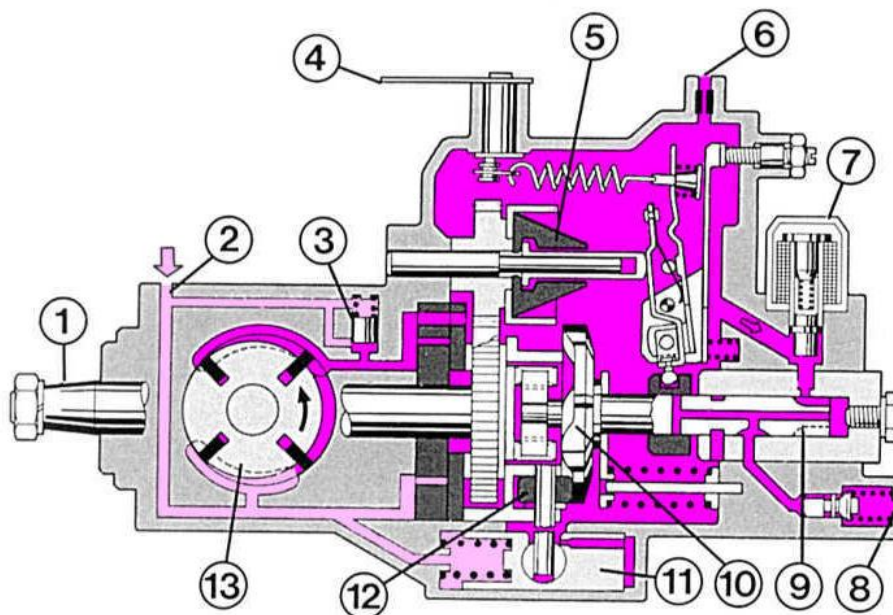


Рис. 3.3. Схема ПНВТ Volkswagen Golf II:

Процес дії полягає в тому, що під час наповнення, розподільний плунжер вирівнюється з наповнюючим отвором. Під тиском паливо з пластинчатого насоса надходить до поршня і заповнює вільний простір перед ним. Після цього розподільний плунжер ПНВТ продовжує свою рух. Наповнюючий отвір закривається, і процес наповнення завершується.



Рис. 3.4. ПНВТ встановлений на стенді.

Після цього вступають в дію два інші елементи конструкції. Розподільний плунжер ПНВТ пов'язаний з шківом, на якому розташовані 4 виступи, які утворюють кулачковий диск. Кулачковий диск рухається в протилежному напрямку до контр-опори, яка також має чотири обкати розташовані на тому ж інтервалі, що й виступи на дисковому кулачку. Це забезпечує зменшення тертя за допомогою роликів кільця. Коли виступи кулачкового диска досягають обкату, кулачковий диск стискає розподільний плунжер ПНВТ. Плунжер рухається до тих пір, поки не досягає отвору в розподільному плунжері, який збігається з каналом випускного отвору до форсунки. Паливо рухається тільки у напрямку циліндра, в якому відбувається стиснення і займання. Під час руху розподільного плунжера ПНВТ зменшується об'єм вільного простору перед ним. Паливо, яке перебуває під тиском, надходить до форсунки.

У циліндрі завершується процес впорскування. Колінчастий вал та паливний насос високого тиску (ПНВТ) продовжують свої оберти. Розподільний плунжер ПНВТ починає рухатися у зворотному напрямку, а паливо починає надходити через наповнювальний отвір. Цей цикл повторюється.

Розподільний плунжер ПНВТ повертається до каналу впускного отвору для наступного циліндра, тоді як виступи кулачкового диска знову захоплюються роликми кільця обкату. Розподільний плунжер ПНВТ тисне вперед, і під тиском паливо впорскується в паливопровід іншої форсунки.

На стенді розміщений фільтр, призначений для детальної фільтрації палива і також для відведення осаду палива.

На стенді знаходиться паливний резервуар, призначений для зберігання дизельного палива. Цей резервуар має два з'єднувальних штуцера: один для подачі палива до ПНВТ, а другий - для відведення палива з зворотної магістралі.



Рис. 3.5. Фільтр тонкої очистки палива.



Рис. 3.6. Паливний бак.

На стенді розміщені калібровані колби, які використовуються для симуляції циліндрів двигуна. У них є градуовальна шкала, за допомогою якої вимірюється об'єм палива, який впорскується до циліндрів.



Рис. 3.7. Мірні колби.

На стенді розміщено 4 гідравлічні манометри, які використовуються для моніторингу зміни тиску в системі при різних режимах роботи. Кожен манометр встановлено на окремій форсунці для вимірювання тиску впорскування.



Рис. 3.8. Гідравлічний манометр форсунки

На стенді розміщено пристрій для відключення соленоїдного управління. Цей пристрій виконує функцію переривання потоку дизельного палива перед тим, як воно потрапить до наповнювального отвору розподільного плунжера ПНВТ. Він активується при повороті ключа запалювання в першу позицію та відкриває шлях для палива. При вимкненні двигуна електричне живлення

припиняється за допомогою запускового вимикача. Процесом відключення соленоїдного управління пристрій закриває канал подачі палива, що призводить до зупинки двигуна. Крім заглушення або блокування шноркеля повітряного фільтра або вихлопної системи, інших можливостей для вимкнення дизеля не існує.



Рис. 3.9. Кнопка вмикання\вимикання соленоїда (соленоїд увімкнено)

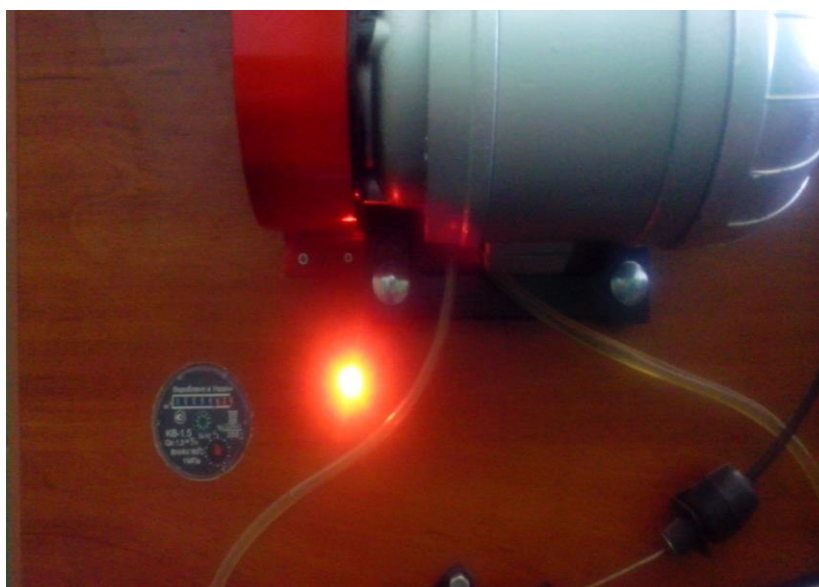


Рис. 3.10. Кнопка вмикання\вимикання соленоїда (соленоїд вимкнено)

На стенді розміщено клапан зворотної дії, який дозволяє пропускати потік рідини тільки в одному напрямку (напрямок показаний стрілкою).



Рис. 3.11. Зворотній клапан.

На стенді розміщено 4 паливні форсунки (зображені на рис. 3.12), які відкриваються, коли тиск подачі палива досягає певного порогового значення. Внаслідок цього паливо розпилюється з форсунки і розсіюється в циліндрі (або мірній колбі).

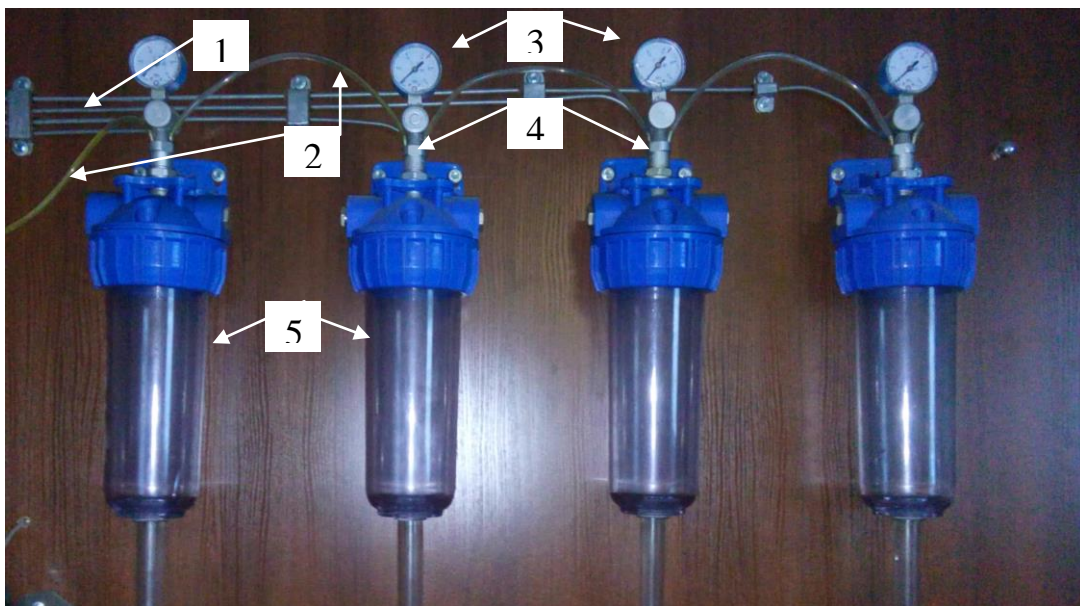


Рис. 3.12. Форсунки:

Паливопроводи високого тиску (номер 1) - це трубки, через які паливо під високим тиском подається до ізоляторів форсунок. Паливопроводи зливу (номер 2) - це трубки, які використовуються для зливу палива з форсунок або системи. Манометри форсунок (номер 3) - це пристрої для вимірювання тиску в паливних лініях, пов'язаних з форсунками. Форсунки (номер 4) - це пристрої,

які відповідають за розпилення палива в циліндрі двигуна. Мірні колби (номер 5) - це посудини, які використовуються для точного вимірювання об'єму палива, яке впорскується форсунками.

На дні колб встановлені спеціальні мірні пробірки, які використовуються для точного вимірювання обсягу палива, яке впорскується під час проведення досліджень. Для зливу накопиченого палива з мірних пробірок, встановлено крани, які потрібно відкрити.

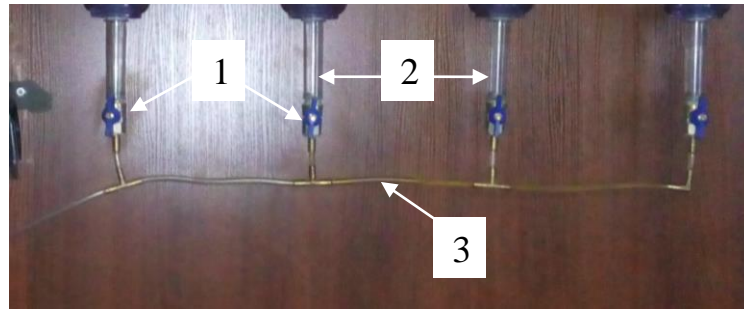


Рисунок 3.13 – конструкція парних колб:

Крани зливу (номер 1) - це механізми, які використовуються для відкриття і закриття шляху для зливу палива з системи. Мірні пробірки (номер 2) - це спеціальні посудини, що вбудовані для точного вимірювання об'єму палива, яке зберігається або впорскується під час процесу. Паливопровід зливу (номер 3) - це трубопровід, який використовується для направлення палива з мірних пробірок при зливі до відповідного місця зберігання або відведення.

Регулятор подачі палива працює на принципі важеля, подібного до важеля ручного гальма. Цей важіль механічно з'єднаний з зубчастим сектором плунжерної пари за допомогою тросу. Регулятор подачі палива функціонує як імітація педалі газу.



Рисунок 3.14 – Регулятор подачі палива

3.2 Принцип роботи стенду

Перед початком досліджень системи живлення дизельного двигуна на стенді необхідно переконатися, що всі компоненти є цілими і правильно заземлені. Тільки після цього можна розпочинати підготовку до проведення дослідів.

Для проведення експерименту на стенді було встановлено паливний насос високого тиску Bosch з автомобіля VW Golf II, а також форсунки. При перевірці інших насосів і форсунок потрібно виконати їх демонтаж та встановити об'єкти дослідження. При монтажі необхідно переконатися в наступному:

Відповідає встановлений натяг пасової передачі вимогам нормативних документів?

Чи затягнуті всі різьбові з'єднання на ПНВТ, паливопроводах та форсунках з необхідним зусиллям відповідно до нормативних вимог?

Чи є герметична посадка форсунок в мірні колби?

Коли досліджувані агрегати встановлені, ми приступаємо до підготовки перед запуском. Оскільки система живлення дизельного двигуна потребує палива, необхідно відкрити кришку бачка та перевірити наявність дизпалива. У разі відсутності палива або коли його рівень знаходиться нижче допустимого, необхідно долити паливо.

Для проведення дослідів необхідно, щоб мірні колби були порожніми. Тому, якщо вони містять паливо, його спускають за допомогою кранів. Потім вмикається стенд за допомогою вимикача-автомата, який забезпечує захист від короткого замикання. При увімкненні стенду електромотор починає працювати і приводить в дію ПНВТ. Щоб розпочати заміри, необхідно увімкнути вимикач соленоїда запірною клапана. При увімкненні соленоїд відкриває клапан, і дизпаливо починає розпорошуватися у мірні колби через форсунки. Після цього можна проводити досліди, використовуючи секундомір і манометри.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні положення з техніки безпеки при обслуговуванні автотранспортних засобів на підприємстві

При ремонті, обслуговуванні і експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) працівники організацій схильні до дії різних фізичних і хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Основні фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори: рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання; підвищення або зниження температури повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищений рівень вібрації; підвищена або знижена рухомість повітря; підвищена або знижена вологість повітря; відсутність або нестача природного освітлення; недостатня або підвищена освітленість робочої зони (місця). Основним хімічним небезпечним і шкідливим виробничим фактором є підвищена загазованість і запиленість повітря робочої зони.

Рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання відповідають вимогам діючих державних стандартів. Санітарно-гігієнічні вимоги до показників мікроклімату, рівнів шуму і вібрацій, освітленості відповідають вимогам діючих санітарних правил ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.003-83(89) ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.046-85. ССБТ «Нормы освещенности строительных площадок». Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони відповідає чинним гігієнічним нормативам ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Всі операції з технічного обслуговування, ремонту і перевірки технічного стану АТЗ виконуються з дотриманням цих правил.

Технічне обслуговування, ремонт і перевірка технічного стану АТЗ проводяться в спеціально відведених місцях (постах), оснащених необхідним обладнанням, пристроями, приладами, пристосуванням та інвентарем згідно з

наказом №964 МНС України «Про затвердження правил охорони праці на автомобільному транспорті» від 1 серпня 2012 року.

Автотранспортні засоби, що направляються на пости технічного обслуговування, ремонту і перевірки технічного стану, поступають вимиті і очищені від бруду та снігу. Постановка АТЗ на пости здійснюється під керівництвом відповідального працівника (майстра, начальника ділянки, контролера технічного стану АТЗ). В'їзд АТЗ в виробниче приміщення і їх постановку на робочі пости перевірки здійснюють контролери технічного стану АТЗ, які мають посвідчення водія АТЗ відповідної категорії. Після постановки АТЗ на пост необхідно загальмувати його стоянковим гальмом, вимкнути запалювання (перекрити подачу палива в автомобілі з дизельним двигуном), встановити важіль перемикачів передач (контролера) в нейтральне положення, під колеса підкласти не менше двох спеціальних упорів (башмаків). На рульове колесо вивішується табличка з написом "Двигун не запускати – працюють люди!". На АТЗ, що мають дублюючі пристрій для пуску двигуна, аналогічна табличка вивішується і у цьому пристрої. Присутність людей у смузі руху АТЗ при в'їзді, виїзді або маневруванні в виробничому приміщенні забороняється. При обслуговуванні АТЗ на підйомнику (гідравлічному, електромеханічному) на пульті управління підйомником вивішується табличка з написом «Не чіпати - під автомобілем працюють люди». У робочому (піднятому) положенні плунжер гідравлічного підйомника повинен надійно фіксуватися упором (штангою), що гарантує неможливість довільного опускання підйомника. У приміщеннях технічного обслуговування з потоковим рухом АТЗ обов'язково наявний пристрій сигналізації (світлової чи звукової), який своєчасно попереджає працюючих на лінії обслуговування (в оглядових канавах, на естакадах), про момент початку переміщення АТЗ з поста на пост. Включення конвеєра для переміщення АТЗ з поста на пост дозволяється тільки після включення сигналу (звукового, світлового) диспетчером або спеціально виділеним працівником, який призначається наказом по організації. Пости обладнуються пристроями для аварійної зупинки конвеєра.

Пуск двигуна АТЗ на постах технічного обслуговування або ремонту дозволяється здійснювати тільки водієві-перегонщику, бригадиру слюсарів або слюсарю, який призначається наказом по організації і які пройшли інструктаж з охорони праці та при наявності у них посвідчення водія АТЗ. Перед проведенням робіт, пов'язаних з прокручуванням колінчастого і карданного валів, необхідно додатково перевірити відключення запалювання (перекриття подачі палива для дизельних автомобілів), нейтральне положення важеля перемикачів передач (контролера), важіль стоянкового гальма. Після виконання необхідних робіт по ремонту АТЗ загальмовують стоянковим гальмом. Працівники, що проводять обслуговування і ремонт АТЗ, забезпечуються відповідними справними інструментами, пристосуваннями, а також засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

При необхідності виконання робіт під АТЗ, що знаходяться поза оглядовою канавою, підйомником, естакадою, працівники забезпечуються лежачими. При вивішуванні частини автомобіля, причепа, напівпричепа підйомними механізмами (домкратами, таліями), крім стаціонарних, необхідно спочатку підставити під непідйомні колеса спеціальні опори (башмаки), потім вивісити АТЗ, підставити під вивішену частину козелки і опустити на них АТЗ. Ремонт, заміна підйомного механізму кузова автомобіля самоскида, самосвального причепа або доливання в нього мастила проводяться після установки під піднятий кузов спеціального додаткового упору, що виключає можливість падіння або довільного опускання кузова. При ремонті і обслуговуванні верхньої частини автобусів і вантажних автомобілів працівники забезпечуються риштуванням або драбинами. Застосовувати приставні драбини не дозволяється. Прибирати робоче місце від пилу, тирси, стружки, дрібних металевих обрізків дозволяється тільки за допомогою щітки. При роботі на поворотному стенді (перекидачі) необхідно попередньо надійно укріпити на ньому АТЗ, злити паливо з паливних баків і рідину із системи охолодження та інших систем, щільно закрити маслозаливну горловину двигуна і зняти акумуляторну батарею.

Працівник, що обслуговує або ремонтує автомобіль забезпечується засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Згідно з ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття і інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту» слюсареві по ремонту автомобілів видаються:

- костюм віскозно-лавсановий (термін носіння 12 місяців);
- черевики шкіряні (термін носіння 12 місяців);
- берет (термін носіння 12 місяців);
- рукавиці комбіновані (термін носіння 2 місяців);
- окуляри захисні (до зносу).

Роботодавець зобов'язаний замінити або відремонтувати спецодяг і інші засоби індивідуального захисту, що прийшли в непридатність, до закінчення встановленого терміну носіння по причинах, які не залежать від працівника.

Слюсар зобов'язаний:

- дотримуватися норм, правил та інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та правил внутрішнього трудового розпорядку;
- правильно застосовувати колективні та індивідуальні засоби індивідуального захисту, дбайливо відноситися до виданих в користування спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту;
- негайно повідомляти своєму безпосередньому керівнику про будь-який нещасний випадок, що відбувся на виробництві, про ознаки професійного захворювання, а також про ситуацію що створює загрозу життю і здоров'ю людей;
- виконувати тільки доручену роботу. Виконання робіт підвищеної небезпеки проводиться за нарядом-допуском після проходження цільового інструктажу;
- бережливо відноситися до використовуваного обладнання та інструменту, тримати його в чистоті та справності.

4.2 Протипожежні заходи

Виробництво цієї ділянки відноситься до категорії за вибухопожежною небезпекою - В, оскільки є рідини з температурою спалаху понад 61°C (бензин).

Пожежа, яка може виникнути в цій зоні, має клас - В і Е, оскільки є горючі рідини і плавкі при нагріванні матеріали (мазут, бензин, оливи) - клас В, а також є електропристрої, що знаходяться під напругою (підіймачі канавні) - клас Е.

Засоби пожежогасіння: легко-пінні вогнегасники ОВП-10 і порошкові марки ВП-1; ящик з сухим піском; автоматичний пристрій пожежогасіння пінно-спринклерний.

Місця розміщення пожежної техніки мають бути позначені вказівними знаками.

На ділянці не дозволяється зберігати порожню тару з-під палива і мастильних матеріалів. Після закінчення роботи необхідно проводити ретельне прибирання. Розлиті мастильні матеріали і паливо необхідно збирати за допомогою піску, а використані обтиральні матеріали складати в ящики для сміття. Після закінчення зміни усі вищеперелічені матеріали виносити в спеціально відведені і безпечні в пожежному відношенні місця. На ділянці вивішувати попереджувальні таблички з написом: "Не палити!"

Число первинних засобів пожежогасіння приймається з врахуванням норм:

- пінні вогнегасники місткістю 10 л (ОВП-10) - 4 шт.;
- порошкові вогнегасники ВП-1 - 4 шт.;
- ящик з піском місткістю 0,5 м³ і лопатою - 8 шт.;
- повсть, азбестове полотно або кошма 2×2 м - 2 шт.

Один раз в 10 днів необхідно проводити зовнішній огляд і очищення від забруднення вогнегасників. На ящики з піском необхідно нанести напис: "Пісок на випадок пожежі!"

Відповідальність за збереження і готовність первинних засобів пожежогасіння несе начальник ділянки.

Підприємства автотранспорту за своєю структурою, місцем розташування і наявністю виробничих циклів, є антропогенними джерелами для будь-якого населеного пункту. На обмеженій території знаходиться велика кількість виробничих циклів, де виконуються ремонтні, мийні, фарбувальні, монтажні, випробувальні і інші роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У технічному університеті був розроблений стенд, призначений для діагностики та дослідження параметрів паливної системи дизельних двигунів. Цей стенд надає можливість проводити діагностику та оцінювати якісні та кількісні характеристики різних компонентів паливної системи, зокрема паливо-підкачувальних насосів, паливних насосів високого тиску та форсунок.

Було розроблено проект для автотранспортного підприємства, який передбачає наявність 140 автомобілів. У рамках проекту були прораховані оптимальні площі для приміщень, складів та стоянок. Також був розроблений генеральний план для підприємства. Перераховано економічний ефект, який можна отримати від використання стенду, а також встановлено плановий період окупності для цього обладнання на підприємстві.

Головним досягненням цієї роботи є проведення дослідження характеристик паливної системи дизельного двигуна VW Golf II за допомогою стенду. В рамках дослідження були вивчені залежності між тисками впорскування, об'ємом впорскування та часом, а також їх взаємозв'язок з навантаженням та типами форсунок.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
5. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
6. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

12. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

13. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.

14. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

15. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80-89.

16. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

17. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>

18. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / К.: Знання-Прес, 2003р. – 463 с.

19. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Я. Ремонт машин. – Київ: Урожай, 1996. – 218 с.