



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**



**Факультет мехатроніки та інжинірингу**

**Кафедра «Оптимізації технологічних систем в рослинництві»**

## **ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ. ТЕХНІЧНА**

**Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт**

**для здобувачів денної та заочної форм навчання  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності  
274 Автомобільний транспорт**

**Харків  
2023**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет мехатроніки та інжинірингу  
Кафедра оптимізації технологічних систем в рослинництві

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ. ТЕХНІЧНА

Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт

для здобувачів денної та заочної форм навчання  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності  
274 Автомобільний транспорт

Затверджено  
на засіданні кафедри оптимізації  
технологічних систем в рослинництві  
Протокол № 1 від 27.08.2022 р.

Затверджено рішенням  
Науково-методичної  
ради факультету мехатроніки та  
інжинірингу  
Протокол № 1  
від 12.09.2022 р

Харків  
2023

УДК 681.513.2(072)

П 32

Схвалено на засіданні кафедри  
Оптимізації технологічних систем в рослинництві  
Протокол № 1 від 27.08.2022 р.

Рецензенти:

**М.Л. Шуляк**, доктор технічних наук, професор завідувач кафедри агроінжинірингу (Сумський національний аграрний університет)

**О.В. Близнюк**, кандидат технічних наук, доцент кафедри „тракторів і автомобілів” (Державний біотехнологічний університет)

П-32 Експлуатація автомобілів. Технічна : метод. вказівки до виконання практик робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 274 Автомобільний транспорт ; Держ. біотехнол. ун-т ; уклад.: М.П. Артьомов., О.Д. Калюжний – Харків : [б. в.], 2023.– 50 с.

Методичні вказівки включають 7 практичних робіт та список літератури до них. Наведена методика підготовки до проведення збору інформації про технічний стан автомобілів, мобільних сільськогосподарських агрегатів, обробка результатів, дорожніх випробувань, методика визначення технічного стану, технічного обслуговування і технічної експлуатації автомобілів, а також послідовності виконання практичних робіт навчального курсу «Експлуатація автомобілів. Технічна».

Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності 274 Автомобільний транспорт.

УДК 681.513.2(072)

Відповідальний за випуск: М. П. Артьомов, д-р техн. наук

© Артьомов М.П.,  
Калюжний О.Д.2023

## **ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**

При виконанні лабораторних практичних робіт студент повинен знати суворо виконувати наступні основні правила техніки безпеки

Під час заняття слід перебувати лише на своєму робочому місці. Не допускається самовільний перехід із одного місця ні інше.

При виконанні робіт використовуються тільки розмірні ключі та справний інструмент. Не слід застосовувати інструменти з несправною або неправильно заправленою робочою частиною, зі зламаними або погано насадженими рукоятками

Перед пуском двигуна перевіряють заправку охолоджувальною рідиною, олією та паливом. Забороняється запуск двигуна за наявності течі палива, масла, рідини, що охолоджує, та інших спеціальних рідин. Сторонні предмети, що знаходяться на двигуні або поруч із ним, мають бути усунені.

Пуск двигуна проводиться лише при підключенні до випускної труби пристрою для відведення відпрацьованих газів і вентиляції приміщення.

Не дозволяється знаходитися поблизу валів, що обертаються, маховиків, інших деталей, а також у площині їхнього обертання. Забороняється проводити регулювальні роботи на працюючому двигуні, стенді, установці, торкатися вихлопних колекторів і газовідвідних труб.

При технічному обслуговуванні (ТО) і ремонті вузлів паливної апаратури використовуються спеціальні пристосування та прилади під витяжним парасолькою при включеній системі вентиляції. При продуванні вузлів стисненим повітрям струмінй нацьковують від себе.

У лабораторії забороняється користуватись відкритим вогнем. При виникненні пожежі слід негайно поставити у відомість викладача і вжити всіх заходів до гасіння наявними засобами

Виконання цих правил є обов'язковим для кожного студента. Студенти, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки до занять, не допускаються.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

### ДІАГНОСТУВАННЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ, КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ, ВЕДУЧИХ МОСТІВ, ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ВЕДУЧИХ МОСТІВ, ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПІДШИПНИКІВ ВЕДУЧОГО ВАЛУ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ.

**Мета роботи:** Набути практичних навичок по діагностуванню технічного стану агрегатів трансмісії та регулюванні підшипників ведучого валу головної передачі.

**Обладнання та матеріали:** 1. Автомобіль ЗИЛ-130. 2. Люфтомір-динамометр КЧ28А. 3. Ключі гайкові 17\*19 27\*30. 4. Індикатор. 5. Динамометр. 6. Головна передача автомобіля ЗИЛ-130.

#### **Загальні відомості і основні поняття**

Ознаками несправності роздавальних коробок, головних передач, є шум та сильний нагрів при роботі, а для коробок передач ще самовимикання передач. Шум та нагрів КП та головної передачі виникають при недостатньому рівні мастила, зношуванні шестерень, шліців та підшипників, деформації картерів, валів та шестерень. Тому в КП та картерах ведучих мостів перевіряють рівень мастила. До несправностей карданних валів відносять послаблення кріплення, зношення хрестовин та підшипників карданних шарнірів, шліцьових з'єднань, дисбаланс. Для перевірки биття карданних валів використовують пристосування КИ-890А. Коробка передач і роздавальна коробка. Відмови механічної коробки передач і роздавальної коробки відбуваються в результаті зносу зубів шестерень, фарбування їх робочих поверхонь, поломки зубів, зносу підшипників і їх гнізд, шліцьових валів, кулачкових муфт.

Несправності в механізмі перемикання передач, прогинання і заїдання валів, знос фіксаторів, поломка пружин фіксаторів. До числа несправностей відносяться також знос сальників і масло відбивачів, ослаблення затягування болтів і гайок кріплення кришок підшипників і пробок. Частими несправностями коробок передач автомобілів ЗИЛ, МАЗ, КраЗ є вихід з ладу синхронізаторів 4- і 5-й передач. Ознаки несправності коробки передач виявляються в галасливій роботі, само виключенні шестерень, труднощі їх включення або одночасному включенні двох передач.

Знос сальників і ослаблення кріплень, що порушують густину з'єднань кришок і пробок, викликають витік масла з картера.

Діагностика механічних коробок передач і роздавальної коробки проводиться по шуму, люфтам, вібраціям і тепловому поляганню. Галасливу роботу коробки зміни передач можна діагностувати з використанням

стетоскопа. При діагностиці по люфтах використовується люфт-динамометр (мал. 6). Перед початком виміру блокують ручним гальмом карданну передачу.

Захватну скобу 3 прилади накладають на ближню до заднього моста хрестовину карданного валу, зтягують рухоми губку 4 скоби за допомогою однозаходного черв'яка 5, потім рукояткою 2 зусиллям 20-25 Н повертають карданну передачу до повної вибірки люфта спочатку в одну сторону, суміщаючи нуль поворотної шкали з кінцем стрілки 1. Стрілка вільно висить на осі, тому під дією власної ваги завжди направлена вістрям вниз. Потім, повертаючи карданний вал рукояткою в іншу сторону (до клацання), за цифровою шкалою знімають свідчення, відповідні значенню кутового зазору в рухомих зчленуваннях карданного валу. Потім відпускають ручне гальмо, послідовно включають передачі і, повертаючи карданний вал, вимірюють загальні зазори, з яких, віднімаючи одержаний раніше зазор в карданній передачі, одержують люфти в кожній передачі коробки передач.

Сумарний кутовий люфт коробки зміни передач не повинен перевищувати на першій передачі  $4^\circ$ , другий  $5-6^\circ$ , третьої  $7^\circ$ , четвертої  $8-9^\circ$  і на передачі заднього ходу -  $4-5^\circ$ . Діагностувати коробку передач можна по ознаках вібрації, тепловому полягання і на відсутність мимовільного виключення передач під навантаженням. Діагностика проводиться при роботі автомобіля на стенді про біговими барабанами .

При демонтажі (шестерні першої передачі, маточини синхронізаторів і інших деталей) застосовують спеціальних знімачів (мал. 7).

Кардана передача. Відмови і несправності карданної передачі виявляються у вигляді шуму, вібрацій і різких стукотів в карданах, виникають при русі автомобіля у момент переходу з однієї передачі на іншу і різкому збільшенні частоти обертання колінчастого валу двигуна (наприклад, при переході від гальмування двигуном до розгону). Показником порушення нормальної роботи кардана може бути його нагрів до високої температури (зверху  $100^\circ\text{C}$ ) і биття карданного валу.

Вказані несправності виникають унаслідок значного зносу отворів у вилках кардана, голчатих підшипників, хрестовин і шліцьових з'єднань карданного шарніра, внаслідок чого порушується балансування карданного валу і виникають значні ударні осьові навантаження на голчаті підшипники. Пошкодження сальників хрестовини кардана приводять до швидкого зносу шпильки і голчатого підшипника.

При ТО всі болти кріплення валу до фланця заднього моста і провідного валу КПП повинні бути зтягнуті з моментом затягування 80-100 Н·м.

Голчаті підшипники карданів мащують рідким маслом, вживаним для агрегатів трансмісії (ТАп-10, ТАп-15, ТАп15В, МТ-16 п) через масельнички хрестовини до появи масла через запобіжний клапан.

Головна передача і диференціал. Відмови і несправності головної передачі характеризуються: зносом або поломкою зубів шестерень унаслідок порушення правильності зачіпляє і зменшення поверхні зіткнення зубів; деформацією підшипників і порушенням їх регулювання; зазором і фарбуванням в підшипниках валу ведучої шестерні; ослаблення кріплення шестерні, недостатній рівень масла, знос підшипників на півосей і ін. Ознаки і причини відмов і несправностей. Ознакою тієї або іншої несправності головної передачі і механізму диференціала є шум різного струму і характеру (окремі стукооти, шум високого тону, пульсуючий переривистий, періодичний).

Причиною несправностей можуть служити навантаження, діючі на головну передачу, що викликає пружну деформацію валів і підшипників, зменшення попереднього натягу їх і появу зазорів в підшипниках (особливо ведучій шестерні). Деформація підшипників і порушення їх регулювання обумовлюють осьовий зсув шестерень, порушення їх центрування і як наслідок збільшений знос і шум при роботі. Крім того, при засміченні сапуна картера головної передачі або зносу сальників через них відбувається витік масла і пониження рівня в картері. В результаті збільшуються знос деталей і галасливість роботи головної передачі.

ТО головної передачі і диференціала полягає в періодичному контролі і поповненні масла в картері (рівень масла повинен бути врівні з краєм наливного отвору), зміні масла (через 10-18 тис. км, а при маслі ТС з присадкою ХЛОРЕФ - через 35-50 тис. км), прочищенні сапуна, підтяганні гайки фланця валу ведучої шестерні і кріплення картера головної передачі. При гіпоїдній головній передачі застосовують масло ТАД-17 або ТАДп.

По мірі збільшення зносу підшипників ведучого валу порушується їх попередній натяг, внаслідок чого з'являється осьовий зазор в підшипниках, який знаходять при похитуванні карданного валу і заміряють індикатором або люфтом. Гранично допустимий зазор в підшипниках валу ведучої шестерні головної передачі автомобіля ГАЗ-53 складає 0,03 мм, біля автомобіля ЗиЛ осьовий зазор в підшипниках не допускається.

Осьові зазори усувають регулюванням затягування роликів підшипників валів ведучих і ведених конічних шестерень шляхом підбору товщини металевих регулювальних шайб і прокладок і послідуєючої перевірки зачіпляє зубів шестерень.

Підшипник валу ведучої шестерня головної передачі автомобіля ЗИЛ (мал. 98) регулюють за рахунок зменшення товщини регулювальних шайб, розташованих між внутрішнім кільцем переднього роликового підшипника і втулкою розпору.

**Обладнання та матеріали:**

1. Автомобіль ЗИЛ-130.
2. Люфтомір-динамометр КЧ28А.
3. Ключі гайкові 17\*19 27\*30.
4. Індикатор.
5. Динамометр.
6. Головна передача автомобіля ЗИЛ-130.

**Порядок виконання роботи**

1. Перевірити кутові люфти в агрегатах трансмісії автомобіля ЗИЛ-130.
2. Перевірити та відрегулювати підшипники ведучого валу головної передачі автомобіля

Регулювання головної передачі включає регулювання попереднього натягу підшипників ведучого і веденого конічних зубчатих коліс в зборі, диференціала і регулювання бічного зазору і плями контакту конічної пари. Для забезпечення попереднього натягу в конічних підшипниках провідного конічного колеса в зборі за наявності осьового переміщення потрібно:

- зменшити товщину пакету регулювальних шайб шліфуванням або заміною однієї або обох регулювальних шайб шайбами із запасних частин на величину осьового переміщення плюс 0,04—0,06 мм;
- затягнути гайку кріплення фланця провідного конічного колеса з моментом 240—360 Н·м (24—36 кгс·м);
- перевірити силу провертання стакана підшипників, яка повинна бути рівна 11,4—22,8 Н (1,14—2,28 кгс).

Потрібно заміряти силу провертання при безперервному обертанні стакана в один бік не менше чим після п'яти повних оборотів. Підшипники при цьому повинні бути змащені, а кришка стакана підшипників повинна бути зрушена так, щоб манжета не чинила опору обертанню зубчатих коліс. При  $P < 11,4$  Н (1,14 кгс) або  $P > 22,8$  Н (2,28 кгс) регулювання попереднього натягу потрібно повторити.

Для забезпечення попереднього натягу в конічних підшипниках веденого конічного зубчатого колеса в зборі за наявності осьового переміщення потрібно:



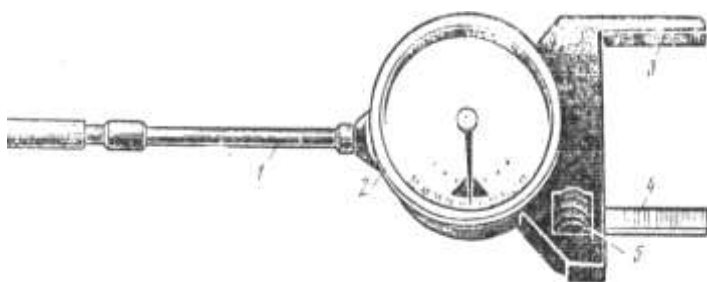
- зменшити товщину пакету регулювальних шайб шліфуванням або заміною однієї або обох шайб шайбами з комплекту запасних частин на величину осевого переміщення плюс 0,03—0,05 мм;

- затягнути гайку кріплення підшипників веденого конічного колеса з моментом 350—400 Н·м (35—40 кгс·м);

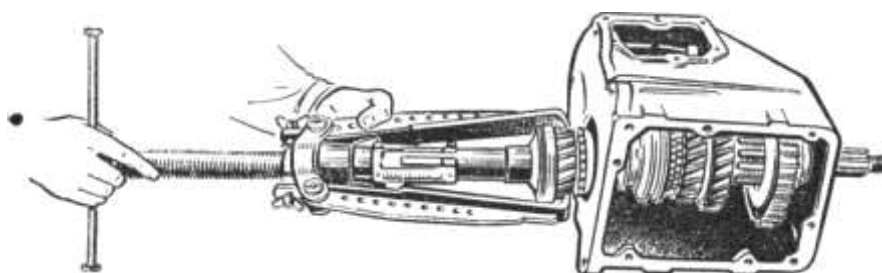
- перевірити силу  $P$  провертання стакана підшипників, яка повинна бути рівна 14,3—50 Н (1,43— 5 кгс). Потрібно заміряти силу провертання при безперервному обертанні в один бік не менше чим після п'яти повних оборотів валу. Підшипники при цьому повинні бути змащені. При  $P < 14,3$  Н (1,43 кгс) або  $P > 50$  Н (5 кгс) регулювання попереднього натягу потрібно повторити.

Відрегульовані по попередньому натягу складальні одиниці веденого і ведучого зубчатих коліс потрібно встановити в картер редуктора і відрегулювати підбором регулювальних шайб бічний зазор, який повинен бути в межах 0,20—0,35 мм, і пляму контакту конічної пари.

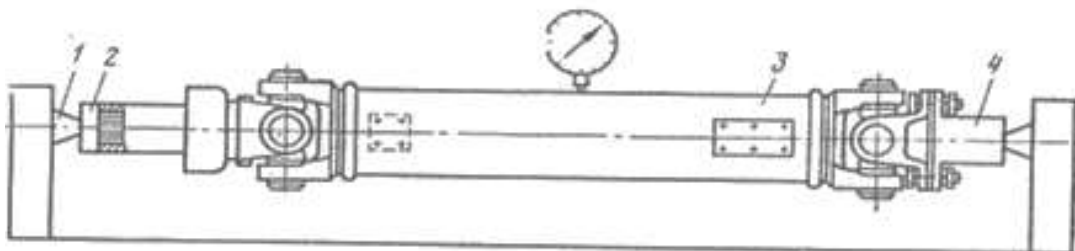
Потрібно встановити диференціал так, щоб зубчатий вінець веденого циліндрового колеса був симетричний щодо зубчатого вінця провідного циліндрового колеса, і затягнути болти кріплення кришок підшипників міжколісного диференціала з моментом 100 — 120 Н·м (10—12 кгс·м), відрегулювати підшипники диференціала регулювальними гайками, для цього рівномірно з двох сторін потрібно затягувати їх до моменту, при якому відстань  $E$  між кришками підшипників збільшиться на 0,10— 0,20 мм. Відрегулювавши підшипники, потрібно затягнути остаточно болти кріплення кришок підшипників з моментом 250—320 Н·м (25—30 кгс·м)



Мал.6 Люфтомір-динамометр для діагностування трансмісії .

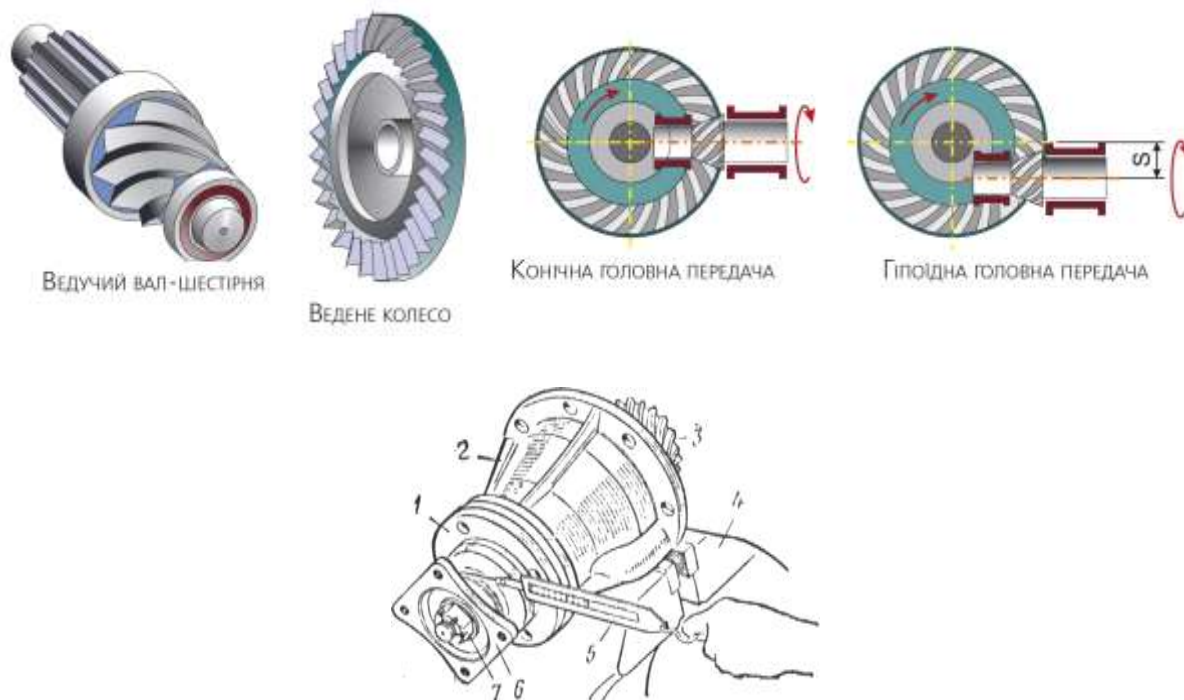


Мал.7 Знімач первинного валу коробки перемикання передач автомобіля ГАЗ-52-03



Мал.8 Пристосування для перевірки биття карданного вала :

1-центр пристосування , 2- оправка , труба карданного вала , 4- фланець .



Мал.9 Перевірка затягування підшипників ведучого валу ведучої конічної шестерні автомобіля ЗИЛ -130 :

1- кришка , 2- гніздо підшипника , 3- ведуча конусна шестерня , 4- лещата , 5- динамометр , 6- фланець , 7- гайка .

### Контрольні питання:

1. Як перевіряються кутові люфти в агрегатах трансмісії автомобіля ЗИЛ -30.
2. Мета технології перевірки та регулювання підшипників ведучого валу головної передачі автомобіля ЗИЛ-130.
3. Як вимірюється осьовий люфт ведучого валу КП.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

### ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

**Мета роботи:** вивчити основні несправності форсунок, нагнітальних клапанів, плунжерних пар, що виникли в процесі експлуатації. Ознайомитись з обладнанням, яке застосовується під час перевірки технічного стану цих елементів, та набути певних технічних навичок під час проведення діагностичних та регулювальних робіт.

**Обладнання та матеріали:** прилади КП-160911 КІ-563 та КІ-3333 для перевірки та регулювання форсунок, прилад КІ-1759 для гідравлічного випробування плунжерних пар паливних насосів, прилад для випробування нагнітальних клапанів паливних насосів КП-108.

На автотранспортних підприємствах технічне обслуговування паливної системи дизеля проводиться при поглибленому діагностуванні, на постах ТО-2, ТР або спеціалізованих відділеннях (дільницях) підприємства.

При виявленні несправностей зняту дизельну паливну апаратуру: ТНВД, форсунки, фільтри розбирають та перевіряють поелементно на спеціалізованих стендах.

Форсунка (рис. 1) - пристрій, призначений для подачі (впорскування) палива у двигунах різних механічних пристроїв. У вужчому поданні форсунки - клапани, що забезпечують дозовану подачу палива в циліндри дизельного двигуна з системою безпосереднього впорскування.

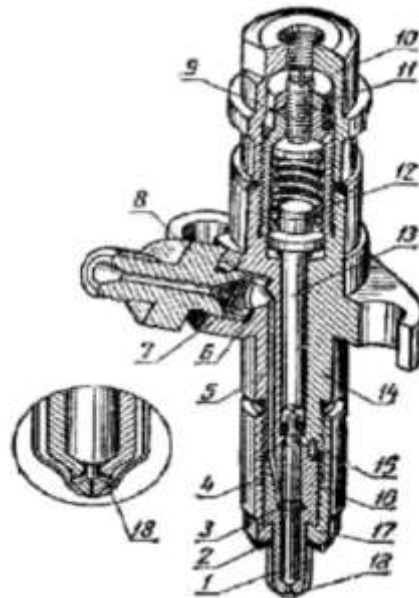


Рис. 1. Форсунка: 1 - голка розпилювача: 2 та 6 - прокладки: 3 - кільцева камера; 4 та 5 - канали підведення палива до розпилювача; 7 - фільтр: 8 - штуцер: 9 - регулювальний гвинт: 10 - ковпак: 11 - контргайка: 12 - пружина: 13 - штанга: 14 - корпус форсунки: 15 - штифт: 16 - корпус розпилювача;

17 - гайка розпилювача; 18 – отвір розпилювача

Подача палива здійснюється періодично через рівні проміжки часу і подібна система має незаперечні переваги перед карбюраторною системою. Перше з них - точне дозування палива, яке здійснюють форсунки, і це важливо, коли економічна витрата палива грає одну з першорядних ролей. Друга перевага - екологічність, оскільки двигуни, що працюють на системі безпосереднього упорскування палива за допомогою форсунок, забезпечені системою нейтралізації токсичних вихлопів. Дизельні двигуни сучасних автомобілів працюють на принципі розподіленого упорскування, коли кожен циліндр двигуна отримує паливо з окремої форсунки.

Форсунка використовується в системах упорскування як бензинових, так і дизельних двигунів. На сучасних двигунах встановлюються форсунки з електронним керуванням упорскування.

Залежно від способу здійснення упорскування розрізняють такі види форсунок:

- електромагнітна;
- електрогідравлічна;
- п'єзоелектрична.

Електромагнітна форсунка встановлюється, зазвичай, на бензинових двигунах, зокрема обладнаних системою безпосереднього упорскування. Форсунка має досить простий пристрій, що включає електромагнітний клапан з голкою та сопло.

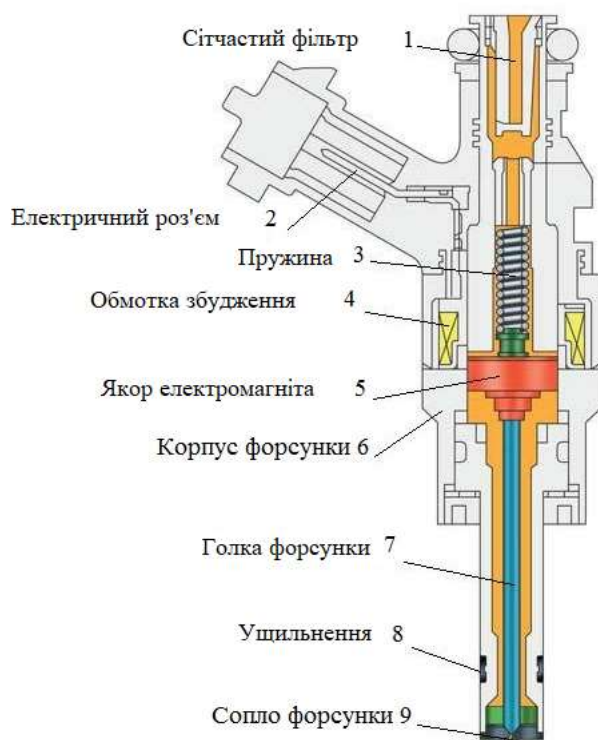


Рис.2 Електромагнітна форсунка

Електрогідравлічна форсунка використовується на дизельних двигунах, у тому числі обладнаних системою упорскування Common Rail. Конструкція електрогідравлічної форсунки поєднує електромагнітний клапан, камеру управління, впускний та зливний дроселі.

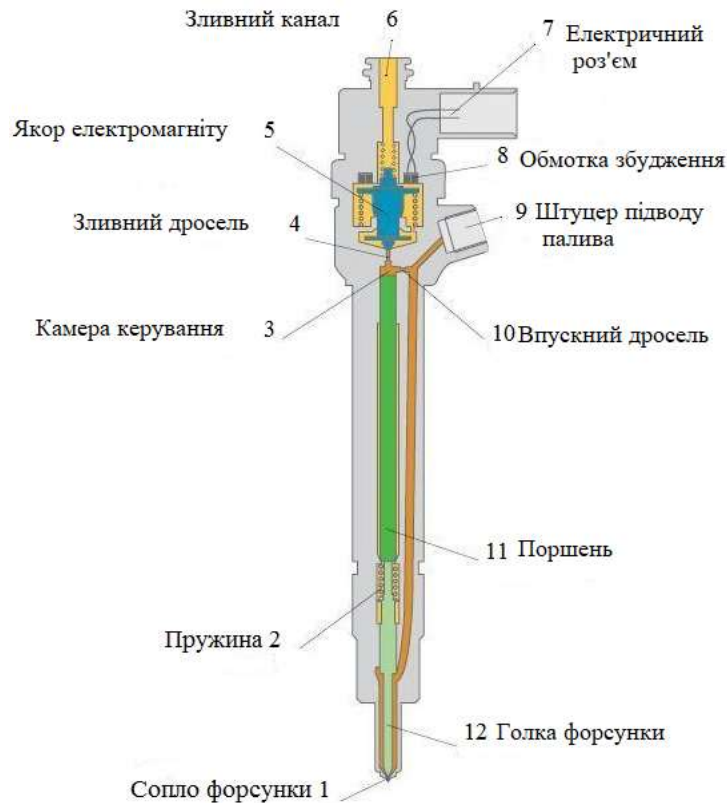


Рис.3 Електрогідравлічна форсунка

Найдосконалішим пристроєм, що забезпечує упорскування палива, є п'єзоелектрична форсунка (п'єзофорсунка). Форсунка встановлюється на дизельних двигунах, обладнаних системою упорскування Common Rail. (рис.4)

Робота п'єзофорсунки заснована на зміні довжини п'єзокристалу при подачі напруги. П'єзоелектрична форсунка складається з: корпусу, п'єзоелемента, штовхача, перемикаючого клапана та голки.

П'єзофорсунка працює за гідравлічним принципом. У звичайному положенні голка притиснута до сидла силою високого тиску палива. Електронний блок подає електричний сигнал на п'єзоелемент і його довжина збільшується, впливаючи на поршень штовхача, відкриває клапан, що перемикає, і паливо надходить у зливну магістраль. Тиск над голкою падає, і за рахунок тиску в нижній частині голка піднімається, що призводить до упорскування палива. Кількість палива, що впорскується, залежить від тривалості впливу на п'єзоелемент і тиску палива в паливній рампі.



Рис.4 П'єзоелектрична форсунка

Для регулювання форсунок їх знімають із двигуна, використовуючи спеціальні знімники, та перевіряють на спеціальному стенді (рис. 5). Перевіряються параметри форсунок, такі як тиск спрацьовування форсунки, герметичність запірною конуса розпилювача і якість розпилення. Стенд забезпечує точність вимірів і складається з однокіліметрового насоса високого тиску, що приводиться в дію важелем, та контрольних приладів.

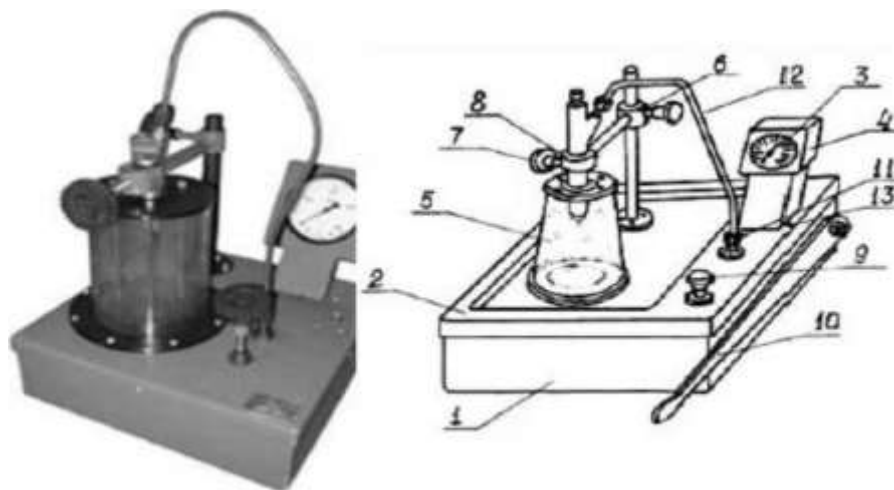


Рис. 5. Стенд для перевірки форсунок М-106:

1 корпус корпусу (бак для палива); 2 – кришка корпусу; 3 – стрілочний манометр до 400 атмосфер; 4 – кожух; 5 - камера упорскування (колба); 6 - кронштейн; 7 - гвинт; 8 - призма; 9 - кран; 10 - ручка; 11 - штуцер;

12 - паливопровід; 13 - гвинт для стравлювання повітря при запуску

За допомогою стенду М-106 для форсунок дизельних двигунів можна відрегулювати всі типи форсунок автомобільних і тракторних дизелів вітчизняного та імпорного виробництва. На стенді можна перевірити тиск початку стягнення та якість розпилення дизельного палива; герметичність запірної конуса (визначається по появі краплі палива на носіку розпилювача); гідрощільність за запірним конусом і прямою циліндричною частиною (визначається за часом падіння тиску).

Регулювання форсунок проводиться регулювальними шайбами, що встановлюються під пружину при знятих ганку розпилювача, розпилювачі, проставці, штанзі, пружині. При збільшенні загальної товщини шайб регулювальних, тиск підвищується, при зменшенні - знижується. Зміна товщини шайб регулювальних на 0.05 мм змінює тиск початку впорскування палива на 0.3-0.5 МПа (3-5 кгс/см<sup>2</sup>). Регулювання форсунок з ексцентриком, що самоконтряться, проводиться поворотом ексцентрика без попереднього розбирання форсунки. Поворот ексцентрика на один шліц, змінює тиск початку впорскування на 0.3-0.5 МПа (3-5 кгс/см<sup>2</sup>).

Рухливість голки та якість розпилювання палива нових форсунок перевіряти на опресувальному стенді при частоті 6080 впорскування в хвилину. При щюверці рухливості голки та якості розпилювання палива нових форсунок паливо має виходити з розпилювачів у розпорошеному, туманоподібному стані. Впорскування палива форсункою має супроводжуватися характерним звуком. При перевірці рухливості голки та якості розпилювання палива форсунок, що були в експлуатації, при перевірці на акумуляторній установці допускається струменеве витікання палива з отворів розпилювача, що розпилюють, не супроводжується характерним звуком, як і на опресувальному стенді.

Герметичність по замикаючих конусах форсунок, що були в експлуатації, перевіряти створенням у форсунці тиску на 1.0 - 2.0 МПа менше тиску початку впорскування. Протягом 10с не повинно бути пропускання палива через замикаючий конус, при візуальному на допускається зволоження носика корпусу розпилювача.

Порядок проведення перевірки регулювання форсунок:

- герметичність форсунки. Перед проведенням роботи необхідно перевірити прилад на герметичність. Прилад відповідає нормальній герметичності, при заглушеному отворі під форсунку, якщо падіння тиску в ньому з 30,0 до 0.5 МПа відбувається за час не швидше ніж за 3 хв.

- Регулювання форсунки на тиск упорскування. Перевірити наявність палива у бачку приладу. Відкрити кран бачка і випустити повітря із системи, відвернувши продувний вентиль. Закріпити форсунку, що перевіряється, на приладі. Виконати кілька качків важелем і зафіксувати тиск по манометру, що

відповідає початку впорскування палива. Якщо тиск палива не відповідає технічним умовам, необхідно провести регулювання форсунки та провести повторне випробування.

Форсунка має бути відрегульована на робочий тиск упорскування палива. Якість розпилювання палива має відповідати наступним вимогам:

- паливо, що розпилюється, повинне мати форму факела (або окремих струменів) і не містити видимих на око окремих крапель нерозпорошеного палива:

- відсутність підтікання палива у сопла торця розпилювача в момент початку та закінчення впорскування:

- кут факела (конус струменя)  $\alpha$  розпорошеного палива повинен відповідати технічним умовам залежно від типу форсунки. Величину кута конуса (струн) палива, що розпилюється, з форсунки визначають вимірюванням діаметра відбитка розпорошеного палива на екрані. Розмір діаметра залежить від положення екрану та типу форсунки.

Пропускную здатність дизельних форсунок перевіряти на будь-якій одній секції нового, відрегульованого на заводі паливного насоса високого тиску, відповідної моделі форсунка, що перевіряється порівнянням їх пропускної здатності зразків контрольних форсунок або виміром сумарного ефективного перерізу розпилювачів ш стенді постійного тиску або витрати. Для форсунок, що були в експлуатації, допускається відхилення пропускної здатності до 4% меж, заданих зразками контрольних форсунок. У разі засмічення та закоксування одного або декількох отворів корпусу розпилювача слід розібрати форсунку, її деталі прочистити і промити в гасі. Розпилюють отвори прочистити сталевим дротом. При зависанні голки розпилювач слід замінити.

Перевірка форсунки за допомогою максиметра (без зняття форсунки з двигуна). Максиметр використовується визначення тиску початку впорскування палива форсункою, визначення максимального тиску, що розвивається окремими секціями ТНВД. Його робота аналогічна роботі форсунки. Його застосування особливо зручне під час перевірки тиску стягнення палива форсункою ЗІ експлуатаційних умов із насосом, встановленим на двигуні.

Пристрій максиметра представлений малюнку 7. Для визначення тиску початку подачі палива випробувану форсунку через трубку високого тиску з'єднують зі штуцером максиметра, який, у свою чергу, приєднується до штуцера відповідної секції ТНВД.



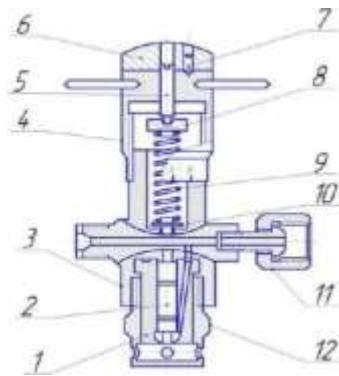


Рис. 7. Максиметр: 1 - розпилювач; 2 - голка розпилювача; 3 - корпус; 4 – мікрометрична головка; 5 - гвинт встановлення; 6 - контргайка; 7 - стопорний гвинт; 8 - упор; 9 – пружина; 10 – натискний штифт; 11 – штуцер; 12 – гайка

Обертаючи мікрометричну головку, домагаються одночасного впорскування палива максиметра і форсунки, що перевіряється. Тиск, який відповідає початку впорскування, визначають за шкалою лімбу.

**Несправності форсунок.** Основні несправності форсунок полягають у порушенні регулювання тиску початку впорскування палива. негерметичність закриття або заїдання голки, засмічення отворів розпилювача. Всі ці несправності призводять до погіршення розпилу палива, внаслідок чого з'являються перебої в роботі циліндрів, стукіт, збільшується димність випуску і падає потужність двигуна. Порушення регулювання тиску початку впорскування відбувається через ослаблення пружини або зношування голки та її штанги. Несправність усувають зміною натягу пружини голки за допомогою регулювального гвинта.

Негерметичність голки зазвичай викликається її зносом. Несправність усувають притиранням голки до сідла розпилювача або її заміною в комплекті з розпилювачем. Заїдання («зависання») голки в напрямному отворі розпилювача найчастіше є наслідком перегріву або роботи з голкою, що не щільно закривається, через що в порожнину розпилювача потрапляють гази з циліндра. Якщо заїдання голки не вдається усунути очищенням деталей від відкладень, розпилювач та голку замінують. Засмічення (закоксовування) отворів розпилювача відбувається в результаті нещільного закриття голки, при якому паливо після впорскування підтікає через отвори розпилювача і утворює на ньому «висячу краплю», або внаслідок тривалої роботи двигуна на малих оборотах холостого ходу. Отвори розпилювача очищають тонким сталевим дротом, укріпленим у спеціальному патроні.

**Завдання:** визначте технічний стан форсунок, у разі потреби проведіть їх регулювання.

#### **Контрольні питання**

1. Конструктивна будова форсунки.
2. Якими приладами перевіряється якість роботи форсунки?
3. Основні несправності форсунок

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1-10

### ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР НАГНІТАЛЬНИХ СЕКЦІЙ ПНВТ ДИЗЕЛЯ

#### Мета роботи

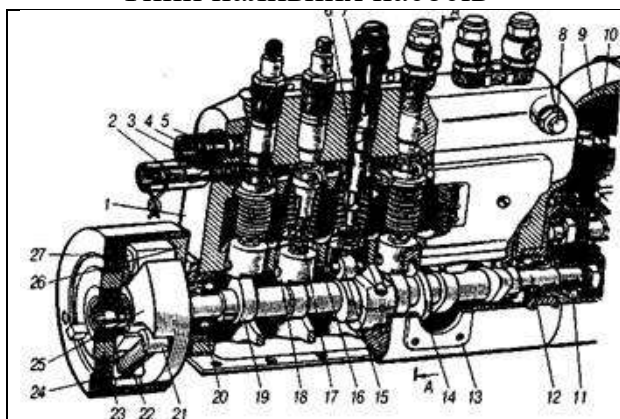
Засвоєння прийомів перевірки герметичності та гідравлічної щільності сполучень плунжерної пари ПНВТ, симптомів несправностей та методики постановки діагнозу під час перевірки плунжерної пари.

#### Устаткування та інструмент

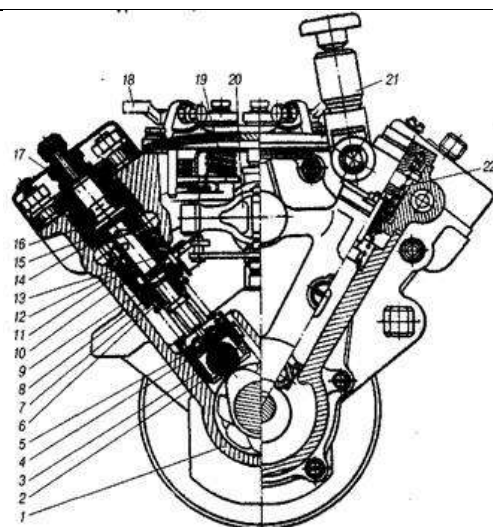
1. Стенд моделі Bosch EPS 625.
2. Ручний пневматичний насос.
3. Секундомір.
4. Набір гайкових ключів і викрутка.
5. Плунжерні пари паливних насосів високого тиску двигунів ЯМЗ-238 і КамАЗ-740, що перевіряються.
6. Плакати та схеми.

#### Зміст і порядок виконання роботи

##### Типи паливних насосів

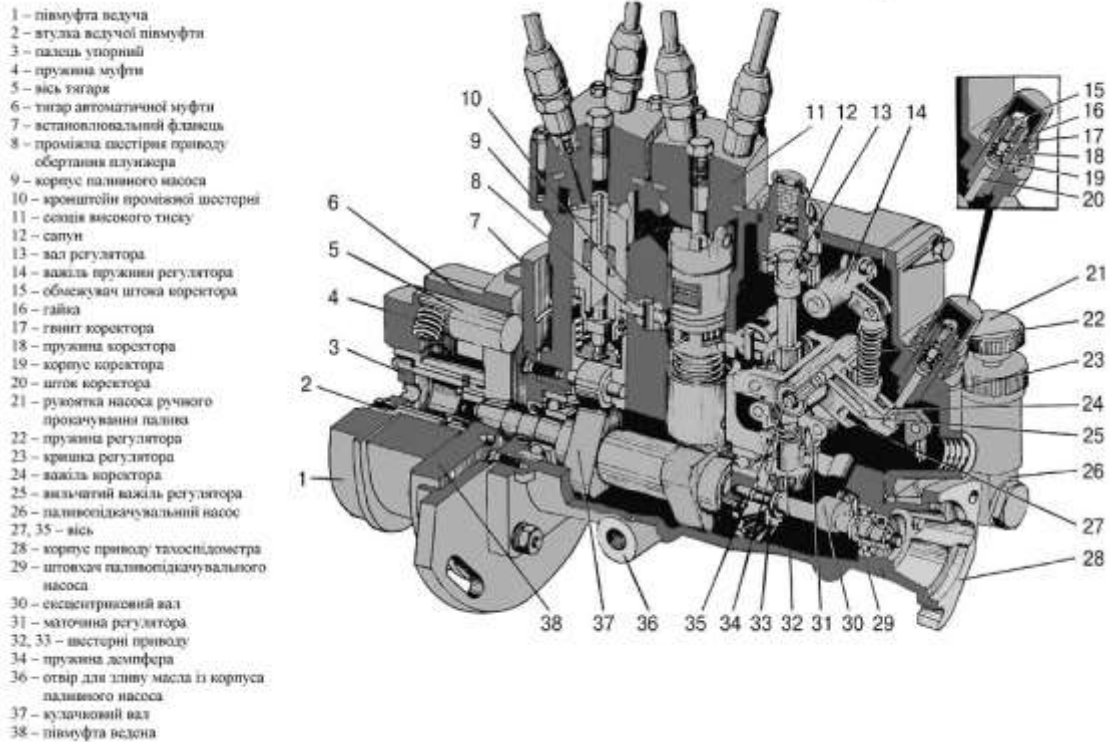


1 - корпус; 2 - гвинт обмеження потужності;  
3 - рейка; 4 - зубчастий вінець;  
5 - перепускний канал; 6 - плунжер;  
7 - штуцер; 8 - пробка; 9 - корпус регулятора;  
10 - тяга; 11 - шестірня; 12 - кулачковий вал;  
13 - привалкова площина кріплення паливопідкачувального насоса;  
14 - ексцентрик; 15 - ролик; 16 - втулка;  
17 - виступи плунжера; 18 - штовхач;  
19 - кулачок; 20 - кулькові підшипники;  
21 - опорні пальці; 22 - пружина; 23 - ведуча напівмуфта; 24 - кришка; 25 - тягар;  
26 - ведена напівмуфта; 27 - вісь



1 — корпус; 2 — ролик; 3 — сухар; 4 — п'ята; 5 — тарілка; 6 — поворотна втулка;  
7 — пружина; 8 — шайба; 9 — плунжер;  
10, 11 — прокладка; 12 — штифт; 13 — рейка; 14 — гільза; 15 — корпус секції;  
16 — прокладка; 17 — нагнітальний клапан;  
18 — важіль; 19 — всережимний регулятор;  
20 — механізм повороту плунжерів;  
21 — насос ручної підкачки палива;  
22 — паливопідкачувальний насос.

## ПАЛИВНИЙ НАСОС ВИСОКОГО ТИСКУ ТИПУ НД



Останніми роками завдяки використанню ПНВТ з електронним керуванням і оптимізації процесу згорання у циліндрах двигуна вдалося добитися стійкої роботи дизеля з неподіленою камерою на частотах обертання до 4500 об/хв, поліпшити на 15-20% його економічність, істотно понизивши шум і вібрацію. І тепер такі двигуни для легкових автомобілів широко застосовують фірми [AUDI](#), [Ford](#), [Toyota](#) і навіть [Mercedes](#).

У розподільному насосі типу VE система нагнітання має лише один плунжер-розподільник, який здійснює поступальний хід для нагнітання палива і обертання для розподілу палива по форсунках. Поступально-обертальний рух плунжера забезпечується за рахунок його контакту з кулачковою шайбою через ролики, при цьому плунжер виконує за один оберт диска стільки циклів нагнітання, скільки циліндрів в двигуні.

У розподільних насосах типу DPC систему нагнітання складає пара протилежних поршнів, що виконують поступальний хід один одному назустріч. Нагнітання палива відбувається в результаті дії на поршні роликових штовхачів, що набігають на кулачки підшипника ротора. Розподіл палива по форсунках виконується за рахунок роздільника, що обертається разом з поршнем і сполучає або роз'єднує в певних положеннях насос з форсунками.

Плунжерна пара є основою кожної нагнітальної секції паливного насоса високого тиску. Кількість нагнітальних секцій ПНВТ дорівнює кількості циліндрів двигуна. Плунжерна (прецизійна) пара складається із плунжера та гільзи. Ці деталі підбираються селективно один до одного із зазором 0,001...0,002 мм і в процесі експлуатації їх не можна розукомплектувати. Нижнім кінцем плунжер упирається в регулювальний гвинт, закручений у корпус роликового штовха нагнітальної секції ПНВТ.

Для попередження мимовільного вивертання регулювального гвинта передбачена контргайка.

Плунжер насоса переміщується догори при набіганні кулачка на роликовий штовхач. Зворотнє переміщення плунжера відбувається при збіганні кулачка з ролика під впливом пружини, що впирається через тарілку в плунжер.

Робота нагнітальної секції ПНВТ (рис.1 ) складається з таких стадій: наповнення, зворотного перепуску, подачі, відсічення та перепуску палива в зливальний канал.

Наповнення паливом надплунжерної порожнини у гільзі (рис. 1, а) відбувається при русі плунжера до низу, коли він відкриває випускний отвір. В цю мить паливо починає надходити в порожнину над плунжером, тому що вона перебуває під тиском, створюваним паливопідкачувальним насосом. При переміщенні плунжера до гори під дією кулачка, що набігає, спочатку відбувається зворотний перепуск палива в канал підводу через випускний отвір. Як тільки торцева крайка плунжера перекриває випускний отвір, зворотний перепуск палива припиняється та різко підвищується тиск палива, під дією якого нагнітальний клапан відкривається (рис. 1,б). Це відповідає початку подачі палива, що надходить до форсунки з подальшим впорскуванням у циліндр двигуна. Залежно від кута повороту плунжера змінюється відстань, яку він проходить від моменту перекриття випускного вікна до моменту відкриття скісною кромкою відсіяного вікна / (див. рис. 1, в). У результаті змінюється тривалість впорскування, а отже, порція палива, що подається в циліндр.

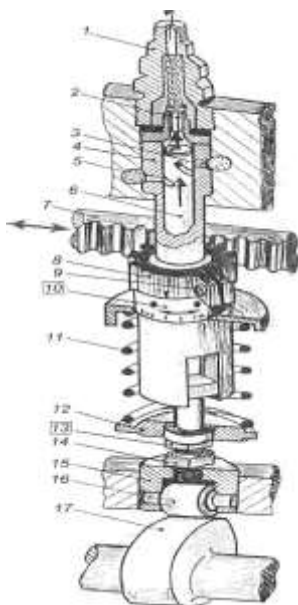


Рис. Загальний вид секції ПНВТ з привідним механізмом і регулювальними пристроями: 1 — штуцер; 2 — клапан нагнітальний; 3 — вхідний отвір втулки; 4 — втулка плунжера; 5 — вихідний отвір; 6 — плунжер; 7 — рейка; 8 — зубчастий сектор; 9 — стяжний гвинт; 10 — регулювальна втулка; 11 — пружина; 12 — тарілка пружин; 13 — регулювальний болт; 14 — контргайка; 15 — штовхач; 16 — ролик штовхача; 17 — кулачок

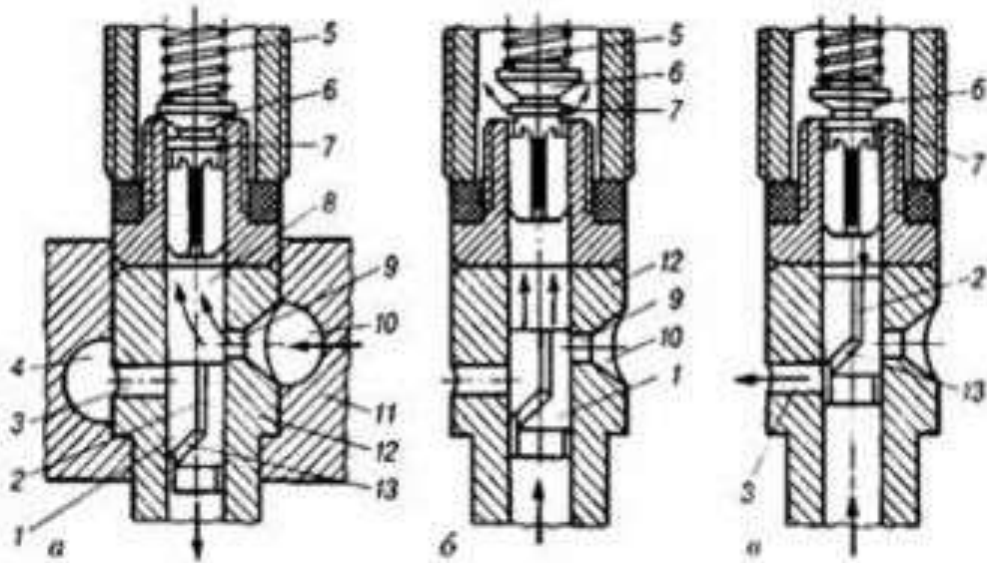


Рис. 1.Схема роботи секції паливного насоса високого тиску:

а — впускання (всмоктування); б — початок подачі; в — кінець подачі;  
 1 - плунжер; 2 — подовжній паз; 3 — випускний отвір; 4 — зливний канал;  
 5 — пружина; 6 — нагнітальний клапан; 7 — розвантажувальний поясок;  
 8 — надплунжерний простір; 9 — впускний отвір; 10 — підвідний канал;  
 11 — корпус насоса; 12 — гільза; 13 — гвинтова кромка.

Подача палива нагнітальною секцією триває доти, поки за допомогою відсічної крайки плунжера не почнеться перепуск палива в зливальний канал насоса високого тиску через отвір у гільзі плунжерної пари (оскільки тиск у ньому значно нижчий, ніж у порожнині над плунжером). При цьому тиск над плунжером різко падає і нагнітальний клапан швидко закривається, припиняючи подачу палива (рис. 1,в).

Кількість палива, що подається нагнітальною секцією насоса з миті закриття впускного і до миті відкриття випускного отвору в гільзі плунжерної пари за один хід плунжера (активний хід) визначає теоретичну подачу палива секцією. Дійсно подана кількість палива, тобто циклова подача відрізняється від теоретичної через витік палива крізь зазори плунжерної пари, а також інших факторів. Різниця між цикловою та теоретичною подачами враховується коефіцієнтом подачі, рівним 0,75...0,9.

Під час роботи нагнітальної секції ПНВТ при переміщенні плунжера догори тиск палива підвищується до 1,2...1,8 МПа, що спричиняє відкриття нагнітального клапана та початок подачі палива. Подальше переміщення плунжера зумовлює збільшення тиску до 15...18,5 МПа, залежно від марки ПНВТ. В результаті цього відкривається голка форсунки і здійснюється впорскування палива в циліндр двигуна, що триває до моменту досягнення відсічною крайкою плунжера випускного отвору в гільзі. Робочі процеси

нагнітальної секції ПНВТ характеризують його роботу при постійній подачі палива і незмінній частоті обертання колінчатого вала та навантаження двигуна.



Рис.2 Тестувальний стенд Bosch EPS 625 оснащений технологією мірної склянки, з електронним лічильником ходів та автоматичним нагрівом випробувального мастила. Задані та фактичні значення відображаються на 5,7-дюймовому РК дисплеї високого розділення. Стенд EPS 625 також доступний у версії на базі ПК з 19-дюймовим TFT монітором.

### **Порядок перевірки плунжерної пари на герметичність на стенді**

Перед перевіркою плунжерної пари на герметичність необхідно підготувати стенд до роботи (див. лабораторну роботу №2 «Перевірка та регулювання форсунок»). Після цього слід:

- оглянути торець втулки плунжера, що перевіряється, при наявності ризик і слідів корозії торець втулки притерти за допомогою притирочних плиток;

- змочити плунжерну пару в дизельному паливі та установити втулку плунжера в склянку приладу для перевірки плунжерних пар таким чином, щоб паз втулки збігся з віссю регульовального гвинта приладу. Після чого гвинт закрутити до упору;

- установити склянку приладу разом із втулкою плунжера в корпус приладу, повернувши її так, щоб виступи склянки зайшли під відповідні виступи корпусу, а отвори паливоживлення збіглися;

- дещо затягти гвинт приладу воротком;

- повернути кран подачі палива на стенді, щоб паливо заповнило втулку і поглиблення в склянці приладу, закрити кран;

- розташувати плунжер у втулку таким чином, щоб він напрямними ввійшов у паз втулки, при цьому риска на плунжері повинна бути звернена до оператора;

- легко натиснути на плунжер рукою до появи помітного опору;

- повернути навантажувальний важіль приладу до зіткнення з торцем плунжера, опустити його на плунжер, одночасно ввімкнувши секундомір; у момент повного опускання навантажувального важеля секундомір виключити.

Зафіксований час характеризує гідравлічну щільність плунжерної пари (він повинен бути не меншим 10с). Отримані результати занести в табл. 1, порівняти з нормативними даними і зробити висновок щодо технічного стану плунжерної пари.

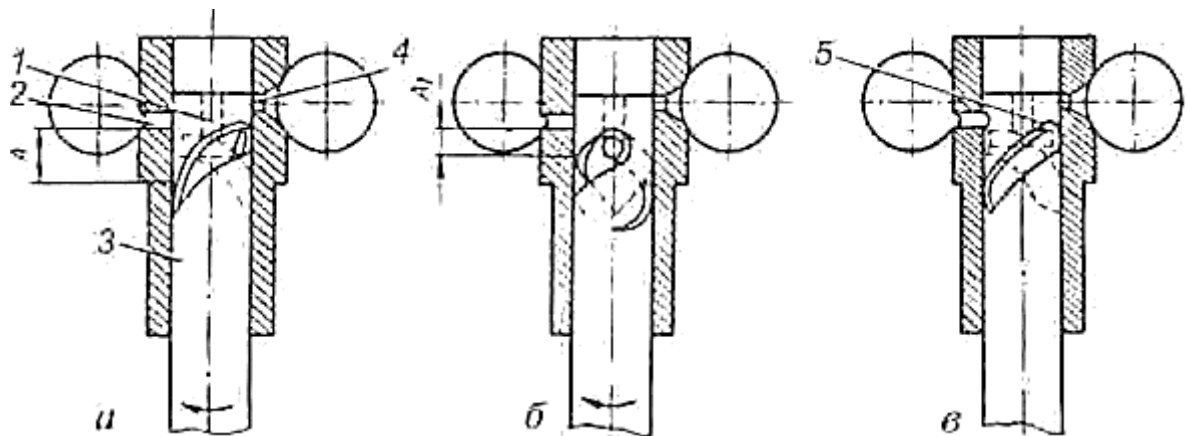


Рис. 3 Схема зміни кількості поданого палива: *а* — максимальна подача; *б* — половинна подача; *в* — подачі немає: *1* — робоча гвинтова кромка плунжера; *2* — вихідний отвір втулки; *3* — плунжер; *4* — вхідний отвір втулки; *5* — неробоча гвинтова кромка(крайка)

Подача палива нагнітальною секцією триває доти, поки за допомогою відсічної крайки *2* плунжера не почнеться перепуск палива в зливальний канал насоса високого тиску через отвір *3* у гільзі плунжерної пари (оскільки тиск у ньому значно нижчий, ніж у порожнині над плунжером). При цьому тиск над плунжером різко падає і нагнітальний клапан швидко закривається, припиняючи подачу палива (рис. 3.1,в).

Кількість палива, що подається нагнітальною секцією насоса з миті закриття впускного і до миті відкриття випускного отвору в гільзі плунжерної пари за один хід плунжера (активний хід) визначає теоретичну подачу палива секцією. Дійсно подана кількість палива, тобто циклова подача відрізняється від теоретичної через витік палива крізь зазори плунжерної пари, а також інших факторів. Різниця між цикловою та теоретичною подачами враховується коефіцієнтом подачі, рівним 0,75...0,9.

Під час роботи нагнітальної секції ПНВТ при переміщенні плунжера догори тиск палива підвищується до 1,2...1,8 МПа, що спричиняє відкриття нагнітального клапана та початок подачі палива. Подальше переміщення плунжера зумовлює збільшення тиску до 15...18,5 МПа, залежно від марки ПНВТ. В результаті цього відкривається голка форсунки і здійснюється впорскування палива в циліндр двигуна, що триває до моменту досягнення відсічною крайкою плунжера випускного отвору в гільзі. Робочі процеси нагнітальної секції ПНВТ характеризують його роботу при постійній подачі палива і незмінній частоті обертання колінчатого вала та навантаження двигуна.

### **Порядок перевірки плунжерної пари на герметичність на стенді**

Перед перевіркою плунжерної пари на герметичність необхідно підготувати стенд до роботи (див. лабораторну роботу №2 «Перевірка та регулювання форсунок»). Після цього слід:

- оглянути торець втулки плунжера, що перевіряється, при наявності ризиків і слідів корозії торець втулки притерти за допомогою притирочних плиток;

- змочити плунжерну пару в дизельному паливі та установити втулку плунжера в склянку приладу для перевірки плунжерних пар таким чином, щоб паз втулки збігся з віссю регулювального гвинта приладу. Після чого гвинт загорнути до відмови;

- установити склянку приладу разом із втулкою плунжера в корпус приладу, повернувши її так, щоб виступи склянки зайшли під відповідні виступи корпусу, а отвори паливоживлення збіглися;

- дещо затягти гвинт приладу воротком;

- повернути кран подачі палива на стенді, щоб паливо заповнило втулку і поглиблення в склянці приладу, закрити кран;

- розташувати плунжер у втулку таким чином, щоб він напрямними ввійшов у паз втулки, при цьому риска на плунжері повинна бути звернена до оператора;

- легко натиснути на плунжер рукою до появи помітного опору;

- повернути навантажувальний важіль приладу до зіткнення з торцем плунжера, опустити його на плунжер, одночасно ввімкнувши секундомір; у момент повного опускання навантажувального важеля секундомір виключити.

Зафіксований час характеризує гідравлічну щільність плунжерної пари (він повинен бути не меншим 10с). Отримані результати занести в табл. 3.1, порівняти з нормативними даними і зробити висновок щодо технічного стану плунжерної пари.

Кут початку подачі палива ТНВД двигуна КАМАЗ-740 регулюється зміною товщини шайб між пружиною та п'ятою штовхача відповідної секції.



При визначенні продуктивності секцій на стенд встановлюються форсунки, відрегульовані на тиск упрскування  $(18 \pm 0,5)$  МПа.

Таблиця Регулювальні показники паливної апаратури дизелів

<i>Показник</i>	<b>ЯМЗ-238</b>	<b>КАМАЗ-740</b>
<i>Тиск впрскування палива форсунками, МПа</i>	$16,5 \pm 0,5$	$18 \pm 0,5$
<i>Тиск відкриття нагнітальних клапанів ПНВТ, МПа</i>	1,7 ... 2	0,9 ... 1,1
<i>Кут початку подачі палива секціями ПНВТ, ... (номер секції/значення кута</i>	1/0 3/45 6/90 2/135 4/180 5/225 7/270 8/315	8/0 4/45 5/90 7/135 3/180 6/25 2/270 1/315
<i>Кут початку впрскування, ... (номер секції/значення кута</i>	1/23 3/68 4/113 2/158 4/203 5/248 7/293 8/338	8/23 4/68 5/113 7/158 3/203 6/248 2/293 1/338
<i>Продуктивність секції ПНВТ при номінальному швидкісному режимі за 800 циклів, <math>см^3</math></i>	84 ... 86	60 ... 62
<i>Нерівномірність подачі палива секціями ПНВТ, %</i>	6	5

<i>Показник</i>	<b>ЯМЗ-238</b>	<b>КАМАЗ-740</b>
<i>Гідроцильність нагнітального клапана:</i>		
<i>по розвантажувальному пояску (при зниженні тиску від 0,2 до 0,1 МПа), с, не менше</i>	<b>20</b>	<b>20</b>
<i>сумарна (від 0,8 до 0,7 МПа), с, не менше.</i>	<b>30</b>	<b>30</b>

### **Контрольні питання**

1. Яким є принцип роботи нагнітальної секції ПНВТ?
2. Яким є принцип дії плунжерної пари?
3. Які характерні несправності плунжерної пари і їхні ознаки?
4. Як показники характеризують гідравлічну щільність плунжерної пари та яка процедура їх перевірки?

# **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1-11**

## **ЗАПУСК АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА, ЩО ВІДМОВИВ, ОБЛАДНАНОГО ЕЛЕКТРОННОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ ДВИГУНА (ЕСКД)**

**Мета роботи** Набуття практичних навичок пошуку несправностей двигуна, що відмовив (будь-якої марки і модифікації) обладнаного ЕСКД; ознайомлення з розміщенням компонентів системи на автомобілях різних марок.

### **Устаткування та інструмент**

1. Автомобіль VW Golf, Skoda Octavia, ВАЗ-21099 і ін.
2. Ламповий пробник 12 В.
3. Автомобільний тестер Fluke 78.
4. Манометр паливний 0,6 МПа моделі МДФ-1 зі штуцерами та перехідниками.

### **Загальні відомості і основні поняття**

Пошук несправностей в ЕСКД є досить складним завданням, тому здійснюється в умовах оснащеної СТО при наявності спеціального устаткування та програмного забезпечення.

Алгоритми пошуку наводяться в спеціальній ремонтній документації.

Разом з тим, існують інші підходи щодо вирішення цієї проблеми, особливо при наявності дрібних несправностей, або коли локалізація несправності спостерігається в межах системи двигуна, що дозволяє обійтися досить простими засобами. Ці підходи засновані на загальних принципах роботи двигуна.

### **Зміст і порядок виконання роботи**

Варто пам'ятати, що все різноманіття чинників, завдяки яким двигун не запускається, в остаточному підсумку зводиться до двох: до відсутності іскри на свічах запалювання в потрібну мить часу та/або подачі палива в циліндр двигуна.

При цьому несправність міститься або в системі живлення, або в системі запалювання, або в датчику повороту колінчастого валу, за сигналами якого синхронізується робота систем.

Склад і конструктивне оформлення систем живлення і запалювання залежно від покоління використовуваної ЕСКД може бути різним. У таблиці 7.1 наведені загальні характеристики типів ЕСКД автомобілів, обраних для виконання даної лабораторної роботи.

Таблиця 1 Загальні характеристики ЕСКД

Автомобіль	Тип ЕСКД	Система живлення	Система запалювання	Датчик ПКВ
а) VW Golf 1994 р.	Digifant	Багатоточкове впорскування з пусковою форсункою	З розподільним запалювання	Датчик Холла в розподільнику запалювання
б) Skoda Octavia 2002 р.	Motronic BOSCH	Багатоточкове впорскування із двома $\lambda$ -зондами	З окремими котушками	Електромагнітний (з диском у районі маховика)
в) ВАЗ-21099	Motronic BOSCH MP 7.0H	Багатоточкове впорскування з $\lambda$ -зондом	Двоіскрове з модулем запалювання	Електромагнітний з диском у районі шківів коленвала

**Примітки:**

1. Тут і далі індекси а), б), в) ставляться відповідно до автомобілів VW Golf, Skoda Octavia, ВАЗ-21099.

2. У останньому стовпці наведені характеристики датчиків повороту колінчатого вала двигуна.

**Послідовність виконання роботи**

1. За вказівкою викладача обрати марку автомобіля, на якому буде проводитися лабораторна робота.

2. Переконатися в тому, що двигун автомобіля прокручується стартером, але не запускається.

3. Перевірити частоту обертання вала двигуна при прокручуванні та за потреби стан акумуляторної батареї.

4. Переконатися, що палива в баку досить для надійного запуску двигуна, а повітряний фільтр чистий.

5. Перевірити стан «масових» проводів ЕСКД і їхнє кріплення до двигуна: а) рис. 1 контакт 18, б) рис. 2 контакт 68, в) рис. 3 контакт G2.

6. Перевірити електромережу, головне реле, запобіжники, що захищають ланцюги ЕСКД:

а) запобіжник №15 (захищає БК DIGIFANT) і №18 (захищає ланцюг живлення електричного бензонасоса та датчика кисню);

б) запобіжник № 228 (блок керування), №234 (блок керування, датчик витрати повітря,  $\lambda$ -зонд);

в) плавка вставка до головного реле і запобіжники Х, У, Z.

Подальші операції мають умовні переходи, що дозволяє одержати розвітлений алгоритм пошуку дефектів, рис. 4.

**Коментарі до перевірки 1.** Вмикання бензонасоса при включенні запалювання не є достатньою підставою для висновку, що система подачі справна, тому що з різних причин паливо може не надходити до форсунок.

Для перевірки варто здійснити наступне:

- a) відвернути на кілька обертів болт М4 (на кінці паливної рампи);
- b) натиснути на фіксуючу кнопку, хомута шлангу подачі палива, розташованого на початку паливної рампи і зняти шланг;
- c) відвернути пластмасову заглушку на торці паливної рампи та короткочасно натиснути на золотник, розташований у штуцері.

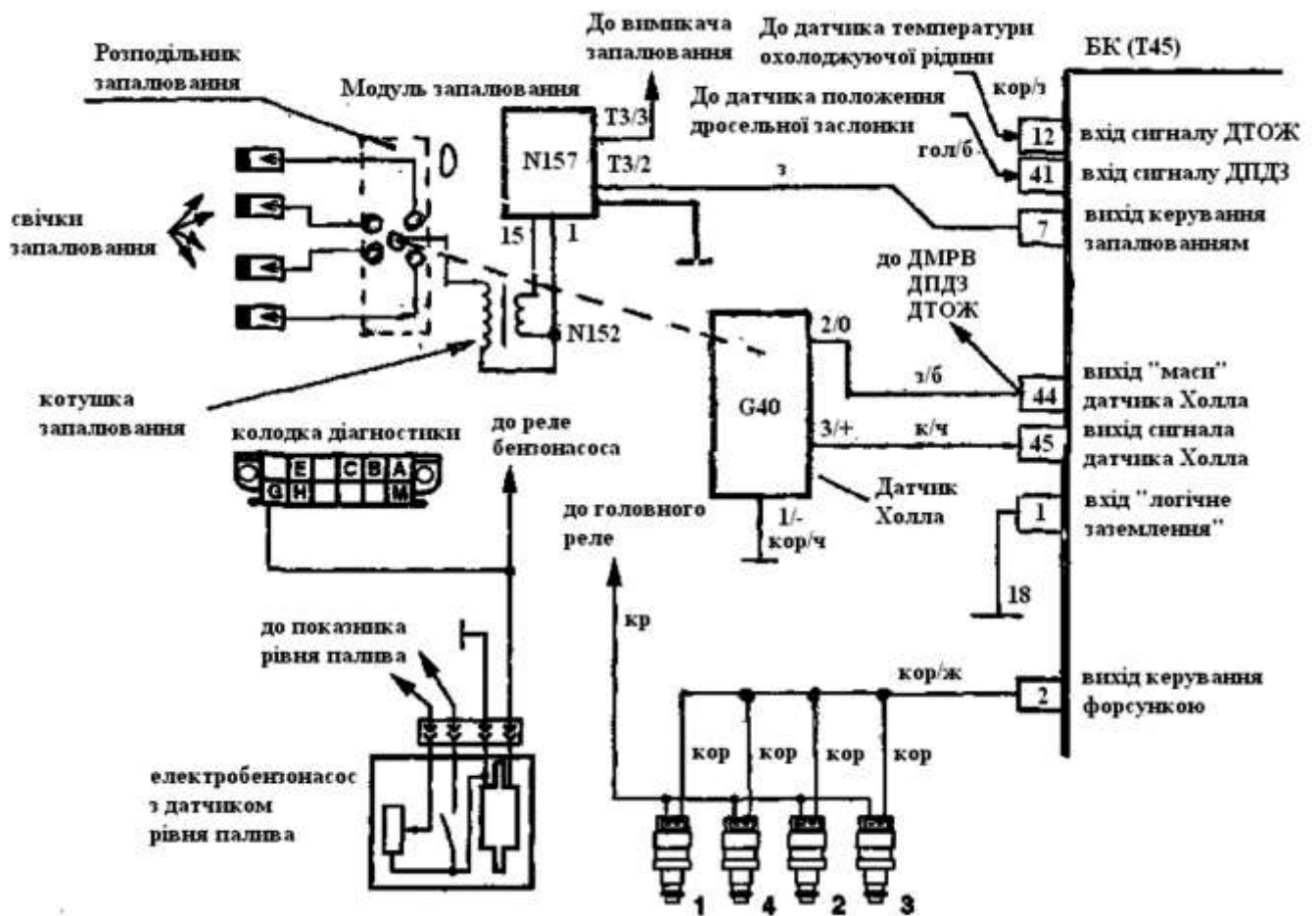


Рис. 1. Схема з'єднань компонентів ЕСКД автомобіля VW Golf 2,0



### **Увага!**

Не виконуйте дану перевірку на гарячому двигуні. Паливо може перебувати під тиском. Щоб уникнути витoku палива варто прикрити місце розгерметизації дрантям.

### **Коментарі до перевірки 2.**

Ця перевірка здійснюється на двигунах, обладнаних форсунками холодного пуску.

Зняти форсунку холодного пуску, електричні роз'єми та паливопровід залишаються підключеними.

Відключити роз'єми датчика температури охолоджувальної рідини. Розмістити форсунку в ємність, прокрутити двигун стартером.

Форсунка повинна протягом 1...4 с випустити рівномірний струмінь бензину.

Для перевірки герметичності витерти досуха форсунку. Протягом однієї хвилини з вихідного отвору не повинно з'явитися жодної краплини бензину, а із зовнішнього боку форсунка повинна залишатися сухою.

### **Примітка до рис. 7.4.**

Перевірки, відзначені зірочкою, проводяться за окремими алгоритмами. Один з них, а саме перевірка тиску палива, наведений на рис 7.5.

### **Контрольні питання**

1. Які системи здатні забезпечити можливість запуску та роботу двигунів, обладнаних ЕСКД?
2. У чому полягає спільність підходів діагностування двигунів, обладнаних різними системами ЕСКД?
3. Які особливості блок-схем перевірок двигуна та системи живлення?

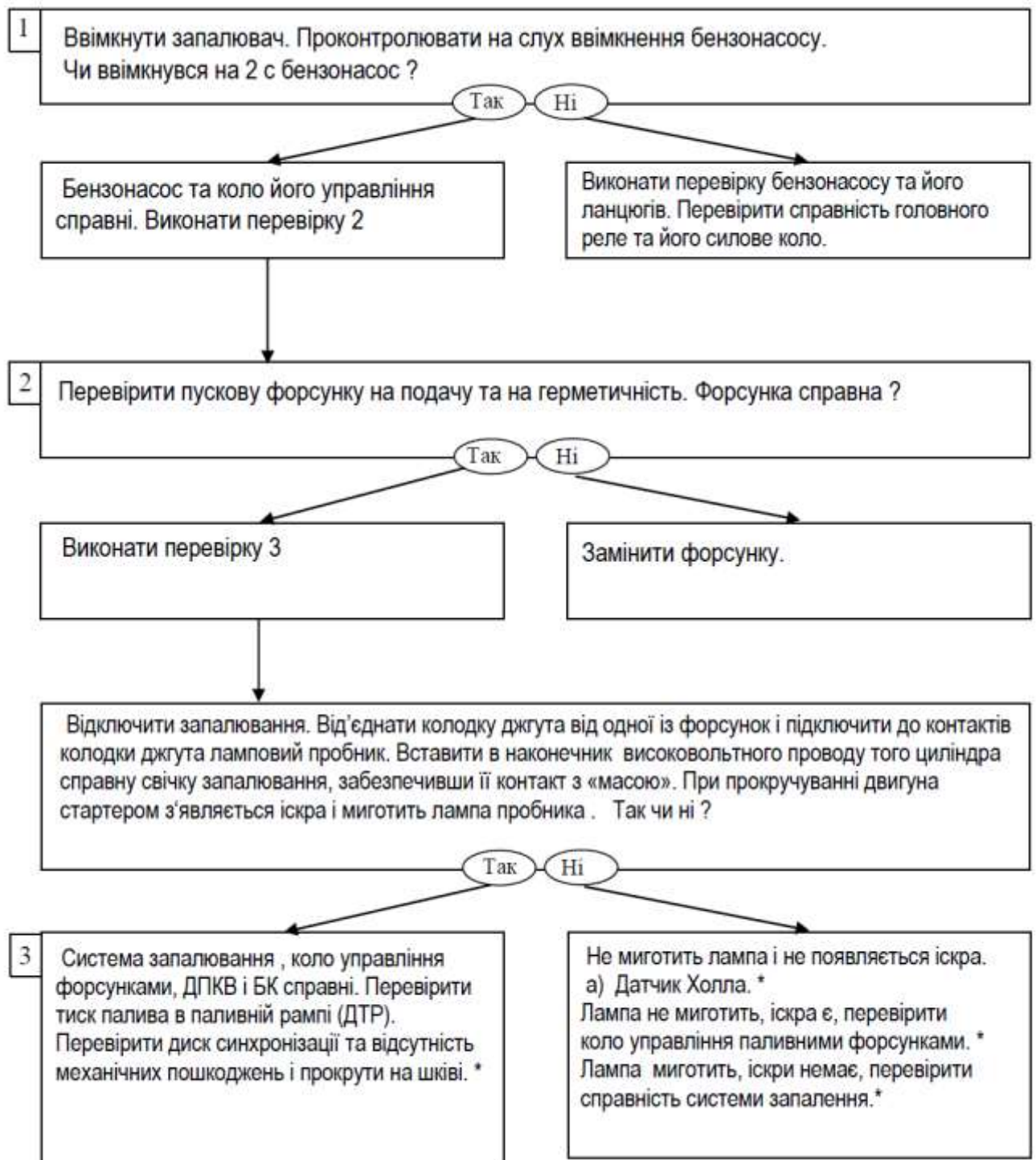


Рис. 7.4. Алгоритм пошуку дефекту у системі



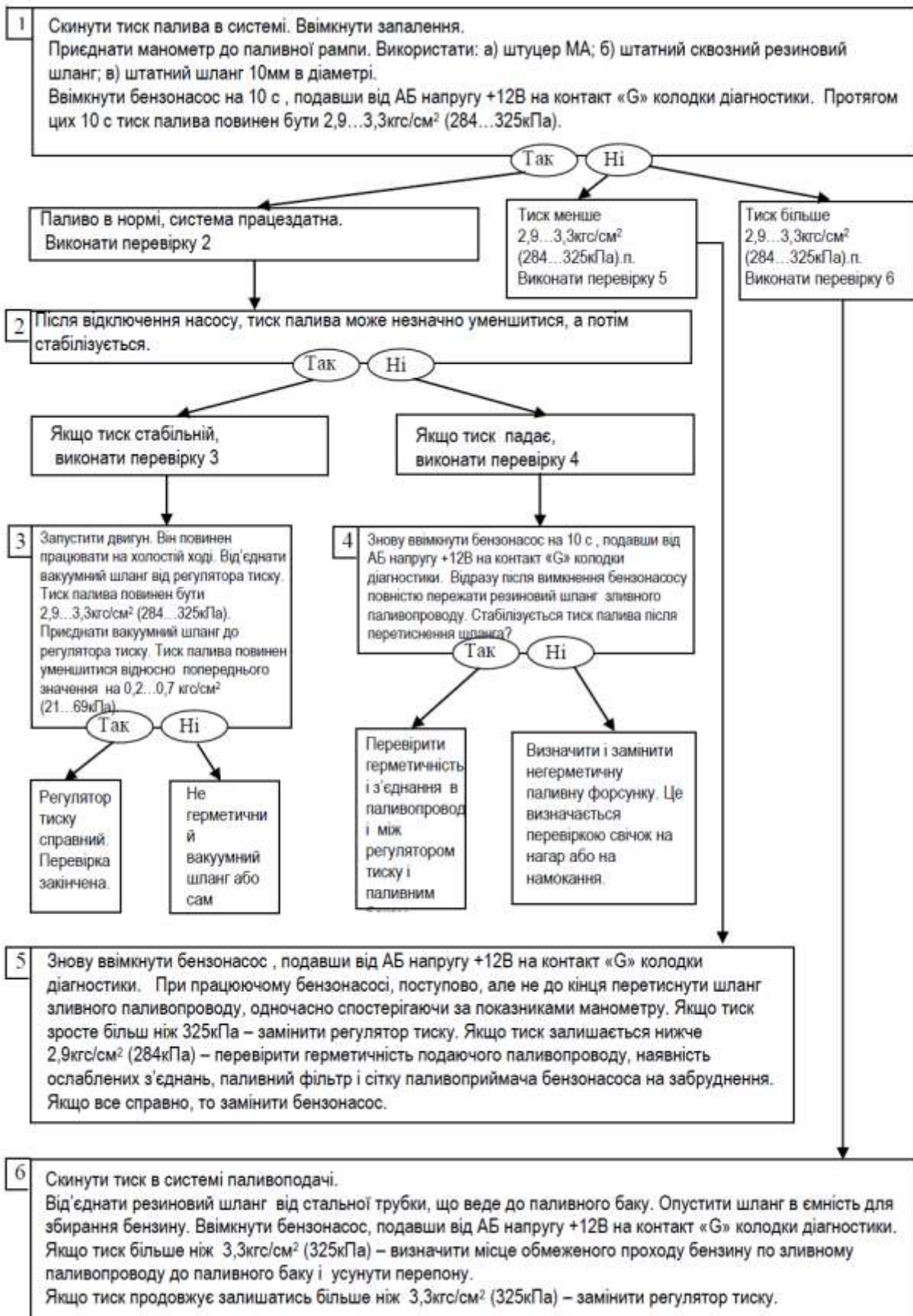


Рис. 7.5. Алгоритм перевірки тиску палива

### Вказівки до оформлення звіту

Представити графічно послідовність перевірок на блок-схемі. Зробити висновок щодо стану систем, що забезпечують можливість запуску двигуна.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1-12

### ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОДАЧІ ПАЛИВНОГО НАСОСА ВИСОКОГО ТИСКУ

**Мета роботи :** Ознайомитися з конструкцією та принципом дії стенда для перевірки паливних насосів високого тиску освоївши практичні прийоми по визначенню продуктивності насосної секції, рівномірності подачі та кута початку впорскування палива. Засвоїти симптоми несправностей та методику постановки діагнозу, навчитися усувати зазначені несправності.

#### Устаткування та інструмент

1. Стенд для випробування та регулювання паливних апаратур КИ-921 М (СДТА-2) (рис.1.1).
2. Насос високого тиску, що перевіряється, ЯМЗ-238.
3. Набір форсунок.
4. Набір гайкових ключів.
5. Плакати та схеми.

#### Зміст і порядок виконання роботи

Паливний насос високого тиску повинен забезпечувати рівномірну подачу строго дозованих порцій палива під високим тиском у кожний циліндр у певну мить і протягом певного проміжку часу.

Якщо робота паливного насоса порушена, з'являються стукоти у двигуні (рання подача) або димний випуск (пізня подача).

У процесі експлуатації насоса високого тиску зношуються його основні деталі: гільзи й плунжери нагнітальних секцій, нагнітальні клапани, кулачковий вал, штовхачі та інші деталі.

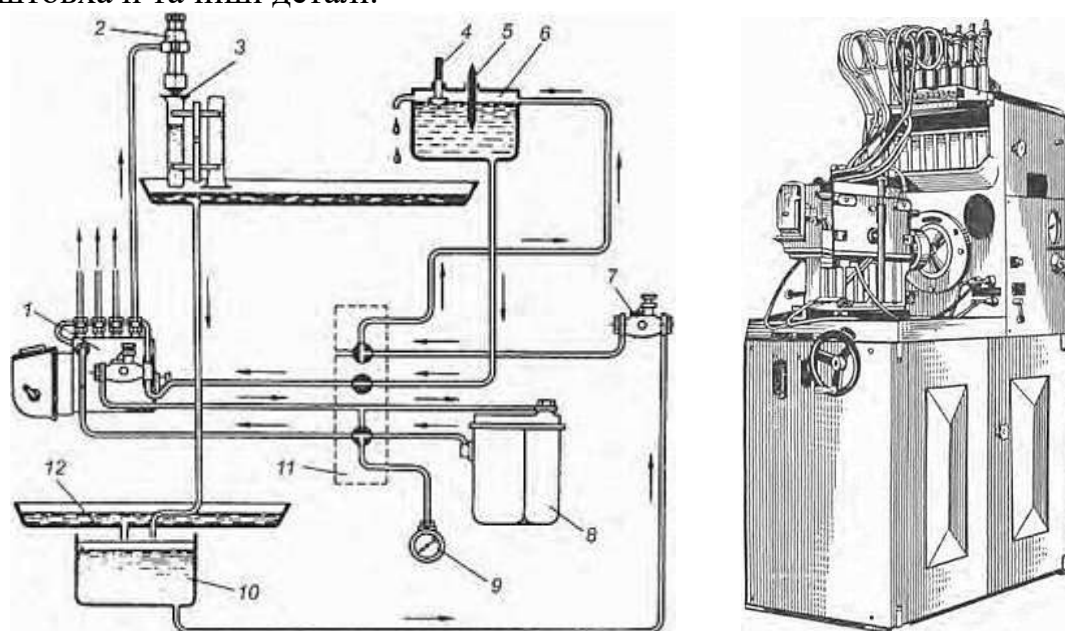


Рис.1. Стенд СДТА-2: 1 - ПНВТ, що випробовується; 2 - еталонні форсунки; 3 - блок мірних циліндрів (мензурок); 4 - показчик рівня палива; 5 - термометр; 6 - верхній бак; 7 - насос стенда, що підкачує; 8 - фільтр;

9 - манометр; 11 - блок кранів

Зношування нагнітальних клапанів впливає на характер впорскування, погіршує відсічення палива форсункою, викликає підтікання його через розпилювач і закоксування соплових отворів. Якість подачі палива залежить також від пружності пружин штовхачів, герметичності штуцерів, підведених паливопроводів і інших причин.

Регулювання насоса здійснюється з робочим комплектом перевірених форсунок, закріплених за секціями та відповідними моделями насоса. Форсунки слід встановлювати на двигун у порядку їхнього закріплення за секціями.



Рис.2 Стенд СДМ-12-03-7,5 CR-Standart має 12 секцій, привід потужністю 7,5 кВт, оснащується: системою подачі палива високого та низького тиску; системою термостабілізації; комп'ютерною системою управління з базою даних з форсунок Common Rail та паливних насосів - СДМ-КС стандартним комплектом CR (для перевірки систем Common Rail).



Рис.3 Стенд CR-JET Дизельний стенд для ремонту та перевірки кодування форсунок Common Rail BOSCH, DELPHI, DENSO, SIEMENS



**Рис.4** Мультифункціональний стенд CR825 Автоматичний безмензурочний стенд CR825 призначений для повноцінних випробувань таких систем як: 1. Інжектори Common Rail виробників Bosch, Cummins (Bosch CR), Denso, АЗПІ, Caterpillar, Delphi, Siemens, (Включаючи п'єзо) коду Bosch IMA, 2. ПНВТ Common Rail виробників Bosch (CP1, CP2, CP3), Denso (HP0, HP3, HP4), Delphi, Siemens 3. Насос форсунки виробників Bosch, Delphi, Siemens, Detroid diesel, Perkins, CAT, Cummins, Wit, VW



**Рис. 5.** Стенд для ремонту та перевірки форсунок Common Rail CRST-400

### **Визначення величини та рівномірності подачі палива**

Перевірку проводять на стенді СДТА-2, що дозволяє здійснювати обкатування, випробування та регулювання паливних насосів високого тиску:

настроювання регулятора; випробування форсунок, що підкачують, насосів і паливних фільтрів. Існують системи паливоподачі та високого тиску зі стеновим насосом високого тиску, рахунковий пристрій і електроустаткування.

Випробування проводити в такій послідовності:

- розташувати випробуваний насос на кронштейн, попередньо закріплений до напрямних стола, закріпити його Г-образним прихватом; кулачковий вал насоса з'єднати з валом привода за допомогою перехідної муфти й сполучної шайби;

– приєднати до насоса паливопроводу низького тиску;

– установити очищені, промиті, відрегульовані на відповідну величину тиску початку впорскування та підібрані по пропускну здатності форсунки в склянки датчиків;

– з'єднати форсунки з відповідними секціями насоса паливопроводу високого тиску;

– поставити рукоятку крана розподільника із правої сторони стенда в положення «через фільтр»;

– здійснюючи безперервну подачу палива насосом ручного підкачування, випустити повітря із системи за допомогою спеціального вентиля, встановленого при приєднанні паливопроводу до головки насоса;

– ввімкнути стенд в електромережу;

– ввімкнути електродвигун валу привода стенда кнопковою станцією;

**Увага! Без дозволу викладача стенд не вмикати!**

– виставити номінальне число обертів кулачкового вала насоса високого тиску за тахометром (1050 хв-1) за допомогою рукоятки варіатора;

- встановити важіль регулятора на максимальну подачу палива;

– виставити лічильником-автоматом певне число обертів вала насоса (800 хв-1); рукоятку лічильника-автомата відтягнути на себе до відмови, повертаючи доти, поки стрілка «Показчик» не співпаде із заданою кількістю обертів на зовнішній шкалі диска, і повернути рукоятку від себе до упору;

– ввімкнути лічильник-автомат для відліку кількості обертів натисканням на важіль (шторка відсунеться і паливо з форсунок потрапить у мензурки, після досягнення заданої кількості обертів повернеться у вихідне положення і подача палива припиниться);

– важіль регулятора встановити на відсутність подачі, варіатором виставити 500 хв-1;

– відімкнути стенд;

– визначити обсяг палива в мензурках по нижньому меніску (по нормі 92 мм);

– визначити нерівномірність подачі палива по секціях насоса згідно формулі

$$\sigma = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} \cdot 2 \cdot 100\%,$$

де  $V_{\max}$  й  $V_{\min}$  – найбільший і найменший об'єми палива в мензурках;

– злити паливо з мензурок поворотом рукоятки моста мензурок по годинній стрілці.

Отримані результати випробувань занести в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 **Протокол випробування ПНВТ**

Параметр	Од. вимір.	Норма за ТУ	Фактично отримано	Примітка
Об'єм палива в мензурці	см <sup>3</sup>	92±2		
секція 1				
секція 2				
секція 3				
секція 4				
секція 5				
секція 6				
секція 7				
секція 8				

При великій нерівномірності подачі палива ПНВТ (більше 10%) його необхідно відрегулювати. Величина подачі палива кожною секцією регулюється шляхом повороту корпусу секції насоса в різних напрямках, для чого необхідно послабити гвинт зубчастого хомута секції.

При повороті секції ліворуч циклова подача збільшується, праворуч - зменшується.

#### **Контрольні питання**

1. На чому ґрунтується принцип роботи ПНВТ?
2. У якій послідовності необхідно здійснювати перевірку ПНВТ на рівномірність подачі палива?
3. Які характерні симптоми несправностей системи живлення дизельного двигуна?
4. Які основні способи усунення несправностей системи живлення дизельного двигуна?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1-13**

### **ПЕРЕВІРКА ПАЛИВНОГО НАСОСА СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА**

**Мета роботи** Ознайомитися з конструкцією та принципом дії насоса, засвоїти практичні прийоми по визначенню продуктивності насоса і тиску, який він розвиває. Розглянути симптоми несправностей та методику постановки діагнозу.

#### **Устаткування та інструмент**

1. Паливний манометр із діапазоном шкали до 600 кПа.
2. Набір шлангів і штуцерів для приєднання манометра до різних паливних систем.
3. Паливний насос, що перевіряється, з автомобіля ВАЗ-2110 із системою розподіленого впорскування палива у впускний колектор Bosh MP7.0.
4. Автомобіль Skoda Octavia 1,8 Turbo.
5. Інструмент необхідний для монтажу і демонтажу манометра.
6. Дренажний трубопровід для зливу палива.
7. Мірна ємність.
8. Секундомір.

#### **Загальні відомості і основні поняття**

Для нормального функціонування інжекторних систем живлення бензонасос повинен подавати у форсунки необхідну кількість палива і одночасно підтримувати його тиск, достатній для ефективного впорскування при всіх режимах роботи двигуна. Звичайний бензонасос діафрагменого типу від карбюраторних двигунів не застосовується в системах впорскування завдяки тому, що його продуктивність і робочий тиск у декілька разів менші необхідних.

Крім того, такий насос має механічний привід від двигуна і починає подавати паливо лише після вмикання стартера та запуску мотора.

У той же час в інжекторних системах робочий тиск у паливній магістралі форсунок повинен бути забезпечений безпосередньо перед моментом запуску двигуна. Сучасний бензонасос приводиться в дію електромотором постійного струму, що живиться від бортової електромережі автомобіля - 12-вольтового акумулятора. Якір (ротор), колектор і щітки електричного бензонасоса постійно перебувають у бензині. Бензин, що прокачується, вільно проходить через електродвигун і одночасно охолоджує весь вузол. Таке конструктивне рішення дозволило відмовитися від

підшипників кочення: їх замінили підшипники ковзання, змащенням для яких служить бензин. Низьку змащувальну здатність цього виду палива компенсують високою точністю виготовлення деталей електронасоса.

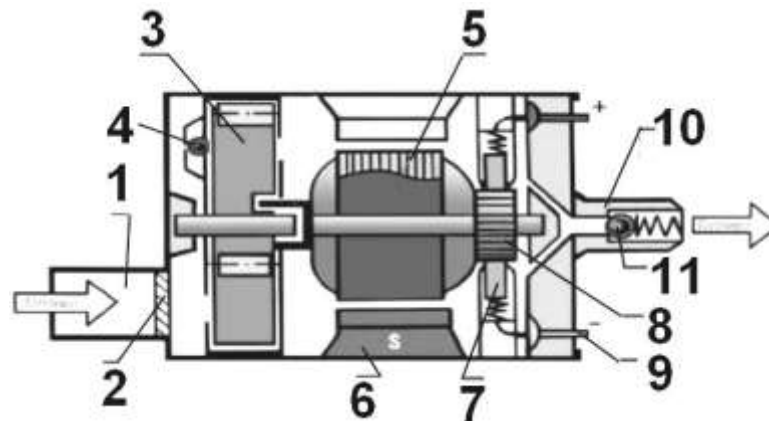


Рис. 5.1. Підвісний електричний бензонасос: 1 - впускний штуцер; 2 - фільтруюча входна сітка; 3 - гідралічна нагнітаюча частина; 4 - редукційний клапан; 5-ротор ; 6 - постійний магніт (статор) 7 - графітні щітки; 8 - колектор; 9 - електричний контакт; 10 - випускний штуцер; 11 - зворотний клапан

За принципом дії електробензонасоси розподіляються на об'ємні і відцентрові. Відмінності в конструкціях стосуються, в основному, їхніх нагнітаючих вузлів.

Робота насосів об'ємного типу ґрунтується на циклічній зміні обсягів усмоктувальної і нагнітаючої порожнин. У бензонасосів шибєрного типу гідронагнітач - роликівий. Він має диск із п'ятьма прорізами, у кожному з яких перебуває циліндричний ролик. Диск розташований на одній осі з електромотором, але зміщений (ексцентричний) стосовно обойми нагнітача, усередині якої він обертається. Ролики відіграють роль рухливих ущільнень між секціями ротора і обоймою. При обертанні кожна секція ротора за рахунок ексцентриситета збільшує свій об'єм у зоні забору палива. Створюється розрідження, що сприяє засмоктуванню бензину в насос. Подальше обертання викликає зменшення об'єму (зона нагнітання палива), і відбувається викид бензину крізь випускний отвір під тиском. Зворотний клапан у вихідному штуцері насоса перешкоджає зливу палива із системи після вимикання запалювання.



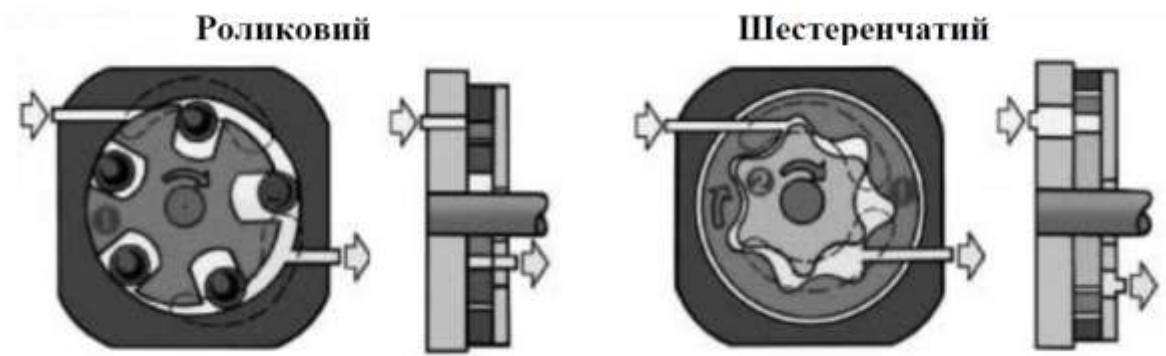


Рис. 5.2. Бензонасоси об'ємного типу

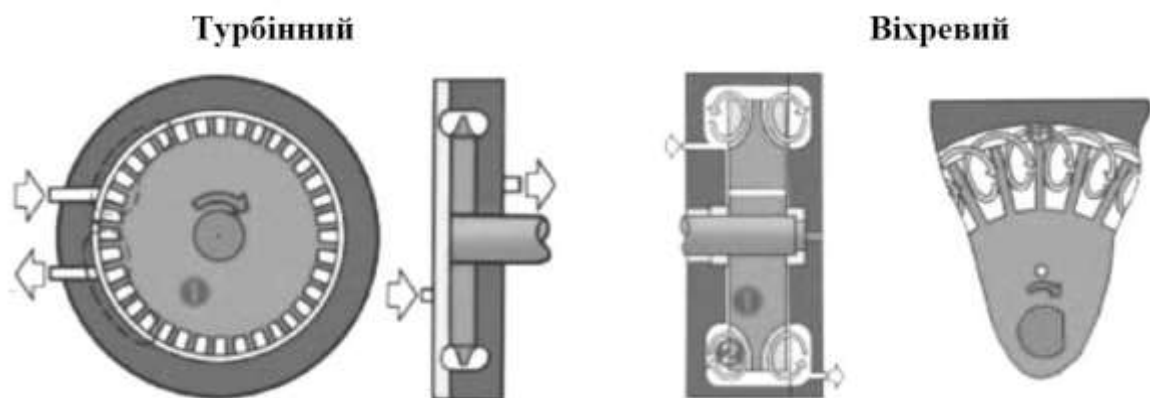


Рис. 5.3. Бензонасоси відцентрового типу

Принцип роботи шестеренчатих об'ємних насосів аналогічний роликковим, тільки замість дискового ротора в нагнітачі використовуються дві шестірні - зовнішня і внутрішня. Роликові насоси здатні розвивати максимальний тиск до 0,6...1 МПа, шестеренчаті - до 0,4 МПа.

Відцентрові насоси розподіляються на турбінні та вихрові. Нагнітаючим елементом у них служить крильчатка з лопатками різної конфігурації. Максимальний тиск, що розвивається цими насосами, не перевищує 0,4 МПа при ККД - 10...15%. Проте вони відрізняються стабільним потоком і працюють практично без пульсацій тиску. Використовуються звичайно як перший щабель багатоступінчастих насосних систем розподіленого та центрального впорскування.

Вихровий насос має крильчатку з виїмками сферичної форми, бо саме така конструкція лопаток при обертанні створює додаткові завихрення рідини. За один оберт крильчатки одна й та ж сама кількість палива під дією відцентрової сили багаторазово відкидається від центра до периферії, в наслідок чого послідовно накопичується його кінетична енергія. Вихрові насоси розвивають тиск до 0,6 МПа при ККД - 30...45%.

Основні характеристики будь-якого бензонасоса:

а) продуктивність;

б) тиск, що розвиває насос.

Для гарантованого прокачування бензину крізь фільтр тонкого очищення бензонасос повинен забезпечувати тиск, в 1,3...2 рази більший необхідного робочого тиску в системі впорскування (при робочому тиску в 200...400 кПа насос повинен розвивати максимальний тиск в 550...650 кПа ). Продуктивність насоса повинна істотно перевищувати потреби двигуна навіть на режимах максимальної потужності і, залежно від об'єму двигуна, становити 1...2 л/хв. Незалежно від режиму роботи мотора, бензонасос постійно ввімкнений. Тому електродвигун насоса споживає від АКБ машини однакову потужність (близько 60 Вт) і перекачує бензин при незмінному числі обертів.

Електробензонасоси можуть установлюватися як поза бензобаком, так і всередині нього. Зовнішні бензонасоси (підвісні), кріпляться під днищем автомобіля на гумових «амортизаторах» і мають захисний металевий картер. Таке розташування полегшує огляд насоса, його діагностику, а при необхідності - заміну.

Конструкція внутрішнього, або заглибного бензонасоса містить у собі паливовідбиваючу камеру (касету), що забезпечує сталість подачі палива при русі автомобіля по будь-якій траєкторії, а також датчик рівня палива і необхідні електричні та гідравлічні з'єднання. Блок насоса має сітчастий фільтр грубого очищення, що розташовується на вході нагнітальної секції.

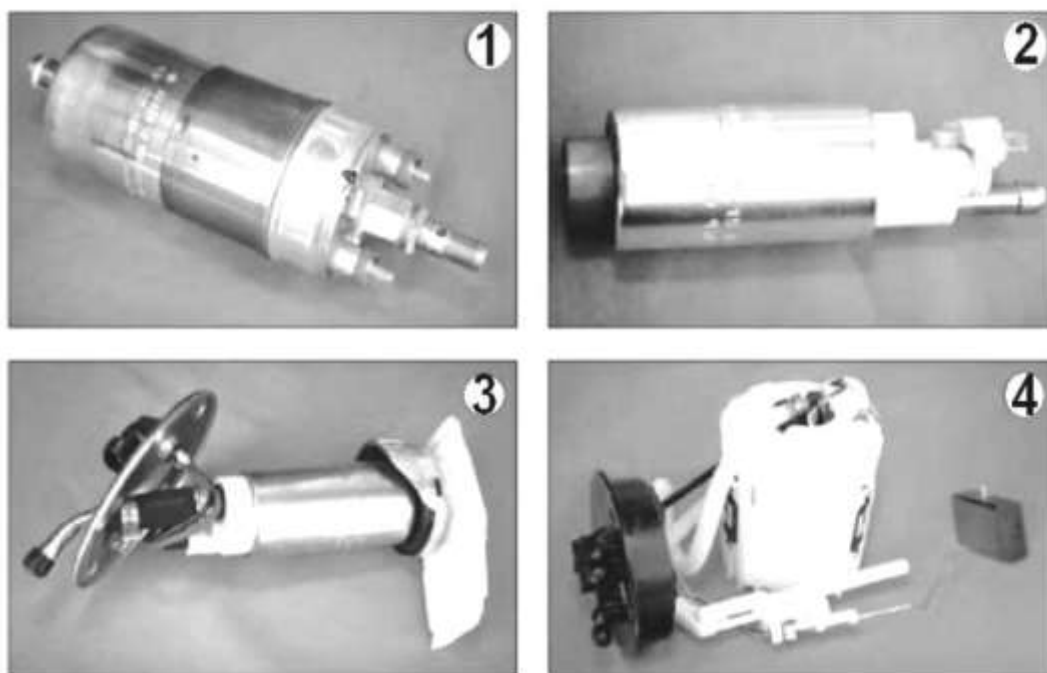


Рис. 5.3. Електробензонасоси різних виробників: 1 - підвісний Bosch; 2 - підвісний Walbro; 3 - заглибний VDO; 4 - заглибний, установлений у касеті, Walbro.

## **Основні методи оцінки технічного стану бензонасосів**

### **1. Перевірки електричної частини:**

- а) вимір напруги живлення електронасоса (під навантаженням);
- б) вимір опору обмоток.

### **2. Перевірки гідравлічної частини:**

- а) вимір тиску в системі на різних режимах;
- б) вимір витрати палива в лінії зворотного зливу.

## **Додаткові методи оцінки технічного стану бензонасоса**

1. Перевірки електричної частини, а саме вимір пульсацій сили струму в ланцюзі живлення.

### **2. Перевірки гідравлічної частини, що охоплює:**

- а) вимір тиску, що розвиває максимально, до відкриття запобіжного клапана (на знятому з автомобіля насосі);
- б) оцінку параметрів коливань тиску палива в рампі (за допомогою зовнішнього датчика тиску).

## **Порядок проведення перевірки насоса**

### **1. Перевірка системного тиску на автомобілі Skoda Octavia:**

- a.* Приєднати манометр у розрив лінії подачі палива на рампу за допомогою трійника;
- b.* Завести двигун, перевірити витік в місцях приєднання, якщо витоків немає - перейти до наступного пункту перевірки;
- c.* Виміряти тиск палива манометром ХХ (повинно бути близько 250 кПа);
- d.* Натиснути на педаль газу, повільно збільшуючи оберти двигуна. Тиск не повинен знижуватися;
- e.* Різко натиснути на педаль газу і відпустити (тиск повинен стрибкоподібно піднятися до 300 кПа).

### **2. Перевірка продуктивності насоса на автомобілі Skoda Octavia:**

- a.* Від'єднати шланг лінії зворотного зливу палива від паливної рампи;
- b.* Приєднати шланг довжиною не менш 50 см і вивести його кінець у мірну ємність.
- c.* Запустити двигун, як тільки струмінь палива потече в мірну ємність - запустити секундомір, заміривши подачу палива протягом 1 хвилини (для автомобіля Skoda Octavia подача палива насосом становить 1,5...2 л/хв).

3. Перевірка максимального тиску палива, що розвиває насос до відкриття редуційного клапана:

- a.* Бензонасос інжекторного автомобіля ВАЗ 2110 з'єднати з манометром напряду («тупикове» з'єднання, бо насос витискує паливо безпосередньо в манометр);

b. Приєднати електричну проводку до клем бензонасоса;  
 c. Помістити бензонасос у ємність із 2-ма літрами бензину таким чином, щоб насос був занурений у паливо якнайглибше, щоб уникнути виплескування палива з ємності. Манометр перебуває зовні і дозволяє проводити виміри;

d. Короткочасно приєднати живлення +12 від акумулятора;

e. Візуально оцінити швидкість наростання тиску палива за манометром, відзначивши максимальний тиск, при якому відбулося відкриття запобіжного клапана (для справного насоса цей тиск становить 550...650 кПа).

Результати перевірок занести в таблицю 5.1, порівнявши з еталонними. Після проведення всіх перевірок і вимірів - злити бензин у герметичну канистру або у бак автомобіля. Демонтувати манометр і з'єднати паливні трубопроводи. Короткочасно завести двигун і переконатися у відсутності підтікань палива.

Таблиця 5.1 **Основні несправності бензонасосів**

Несправність	Зовнішній прояв
1	2
Зношування підшипників	Шум, періодичне підклинювання бензонасоса, супроводжуване згорянням запобіжника
Зношування щіток або контактних кілець ротора	Періодично бензонасос не вмикається
Зношування нагнітаючого елемента	Низький тиск палива, мала витрата палива в лінії зворотного зливу, тиск падає в міру збільшення навантаження й обертів двигуна. Запуск автомобіля ускладнений.
Несправність зворотного клапана	Швидке падіння тиску в системі після зупинки двигуна
Негерметичність редукційного клапану	Низький тиск палива, мала витрата палива в лінії зворотного зливу, тиск падає в міру збільшення навантаження і обертів двигуна. Запуск автомобіля ускладнений.
Обрив ланцюга живлення, обрив обмотки, несправність реле або запобіжника ланцюга живлення бензонасоса.	Насос не вмикається при повороті ключа запалювання.
Двигун глохне, при нахилі автомобіля і різких поворотах	Утруднено надходження палива в касету бензонасоса
Через якийсь час після початку руху автомобіль втрачає потужність, глохне	Забруднено забірну сітку на насосі, бруд у паливній касеті.

Таблиця 5.2 Результати перевірки бензонасоса

Контрольний параметр	Еталон	Результат виміру	Висновки
Тиск палива ХХ	250 кПа		
Тиск палива (різке натискання на педаль газу)	300 кПа		
Витрата в лінії зворотного зливу	1,5 л/хв		

### Контрольні питання

1. Які розходження мають основні типи бензонасосів?
2. Яким є перелік основних параметрів бензонасосів (гідравлічних та електричних)?
3. Які три найбільш використовувані методи оцінки стану бензонасоса з послідовністю виконання?
4. Назвіть перспективні методи діагностування бензонасоса.
5. Одна несправність на вибір з таблиці.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1-14

### ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

**Мета роботи:** провести перевірку працездатності і технічне обслуговування термостата.

**Обладнання та матеріали:** термостат, ванна з водою, індикатор, електронагрівач.

#### **Загальні відомості та основні поняття.**

У двигуні внутрішнього згоряння до 25-30% енергії палива поглинається системою охолодження, моторною оливою, стінками циліндрів. При справній системі охолодження забезпечується нормальний тепловий режим (85-95 ° С).

У системі охолодження є два кола циркуляції рідини охолодження. Мале коло - служить для того, щоб швидше прогріти холодний двигун. А коли підключається велике коло охолодження, то рідина починає циркулювати "по всьому двигуну автомобіля". охолоджуючи при цьому в радіаторі. Керівництво цим процесом здійснюється пристроєм - термостатом, що розташовується між радіатором та двигуном.

Термостат, незважаючи на невеликі розміри, має досить складну конструкцію (діаметр термостата в більшості двигунів дорівнює 5 см). По суті термостат – клапан, розмішений в корпусі, але бувають і безкорпусні термостати.

Закривається або відкривається клапан за допомогою власного приводу, у роботі якого закладено принцип розширення речовини у разі підвищення температури. Мідно-церезитовий порошок або спиртовмісна рідина, що знаходяться в закритій порожнині змінюють свій об'єм при зміні температури, штовхаючи при цьому з'єднаний із заслінкою клапана стрижень в одну або іншу сторону.

Від того, наскільки відкритий клапан залежить кількість рідини, що поступає. Коли температура рідини, що охолоджує, становить 80-90°C. клапан термостата знаходиться у проміжному положенні. В цьому випадку в радіатор надходить лише частина рідини. Температура, за якої клапан починає відкриватися. і температура, при якій клапан повністю відкритий, відрізняються у різних моделей двигунів. як правило, знаходяться в межах 70-95°C, 100-105°C, відповідно.

В окремих імпортованих автомобілях роботою термостата управляє електричний привід, регульований блоком управління двигуном. При цьому протягом декількох секунд значно (аж до 117 ° С) піднімається температура двигуна, що призводить до зниження концентрації токсичних речовин у вихлопних газах на холостому ході.

Несправності термостата, наприклад заклинювання клапана в одному з положень, виявляються при пуску холодного двигуна. У холодну пору року, при справній системі охолодження, він повинен за 5-10 хв прогрітися, під час руху, до робочої температури. Разом з тим. якщо клапан «застряг» у

напіввідкритому положенні, двигун може «закипіти» при несприятливих умовах на дорозі при навантаженні.

Якщо клапан заклинило в закритому положенні, це призведе до перегріву двигуна в будь-якому режимі руху, як у теплу пору року, так і в невеликий мороз. У термостаті з термоелементом, що виробив свій ресурс, клапан відкривається пізно, що призводить до підвищення температури двигуна. Це може призвести до його інтенсивного зношування, при википанні рідини, - заклинення циліндро-поршневої групи.

Вихід з ладу термостата відразу не призведе до відмови двигуна. Проте, якщо вчасно не помітити підвищення температури охолоджуючої рідини, то мотор перегріється.

Коли ж двигун працює, не прогрітий до робочої температури, скорочується його ресурс і відбувається підвищена витрата палива.

Тестування термостата проводиться під час пуску двигуна. Верхній патрубок (підводить рідину до) радіатора повинен потеплішати не раніше, ніж при досягненні стрілкою термометра на приладовому щитку позначки 60-70°C (або розігріти двигун до такого рівня, коли стрілка ще не досягла червоної лінії.) Двигун вимкнути. доторкнутися до верхнього та нижнього патрубків, робити це треба дуже обережно, тому що вони можуть бути дуже гарячими. Якщо температурний датчик показує, що двигун доведений до робочої температури, один шланг при цьому гарячий, а інший холодний - найімовірніше клапан закритий, і рідина не проходить через нього (у цьому випадку треба міняти термостат).

#### **Порядок виконання роботи.**

Ретельну діагностику термостатів, у тому числі і нових, проводять у стаціонарних умовах: пристрій разом з термостатом поміщають у посудину (краще скляну) з водою, яку підігрівають.

У міру нагрівання води клапан починає рух і потім повністю відкривається. Зазвичай повний хід стрижня клапана становить близько 5-8 мм. В інструкції з ремонту автомобіля або довідкової літератури можна уточнити дані для конкретної моделі двигуна про температурні режими, момент спрацьовування та завершення руху клапана. Якщо хід стрижня клапана не відповідає вимогам - термостат не робочий.

Працездатність термостатів, керованих за допомогою електроніки, перевіряють діагностичним сканером, що підключається до електронного блоку управління двигуном.

Для того щоб контролювати роботу системи, на панелі приладів встановлений спеціальний датчик, який показує температуру роботи охолоджуючої рідини. Коли двигун працює, то нормальна температура рідини повинна знаходитися в межах від 85-95°C.

Загальний вигляд термостата представлений рис. 1. а приклад роботи показаний рис. 2 .



Рис. 1. Загальний вигляд термостата

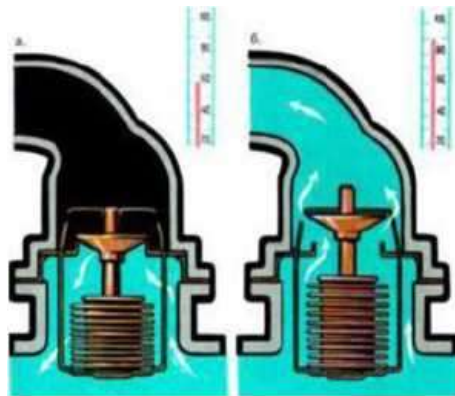


Рис. 2. Принцип роботи рідинного термостата

Перевірка працездатності термостата полягає у визначенні температури початку відкриття та величини ходу клапана наступним чином:

1) Занурити термостат у ванну, що підігрівається, з водою місткістю 3л. Рівень води повинен бути вище фланця термостата (рис. 3).

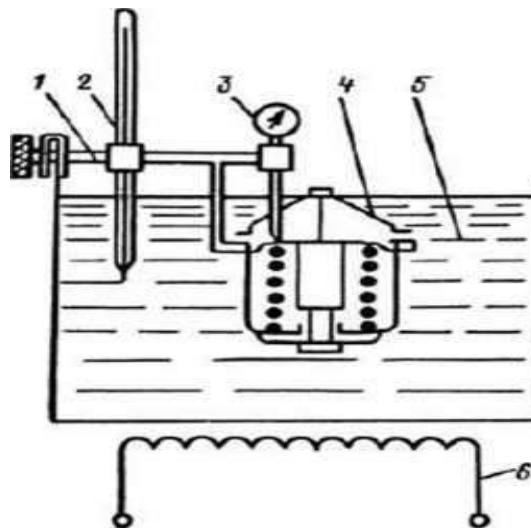


Рис. 3. Схема установки для перевірки термостата:

1 – кронштейн; 2 – термометр; 3 – індикатор; 4 – термостат; 5 – ванна з водою; 6 - електронагрівач



2) Після того, як температура води досягне  $+70^{\circ}\text{C}$ . нагрівати воду (постійно перемішуючи) з інтенсивністю трохи більше 3 град/хв. Для вимірів використовувати ртутний термометр із ціною розподілу трохи більше  $1^{\circ}\text{C}$ .

3) Перевірити індикатором початок відкриття клапана термостата (це температура, за якої хід клапана становитиме 0.1 мм).

4) Термостат (автомобіль КамАЗ) повинен почати відкриватися за температури  $78-82^{\circ}\text{C}$  і повністю відкриватися при  $91-95^{\circ}\text{C}$ . Величина повного ходу клапана термостата має бути не менше 8.5 мм.

5) При експлуатації допускається температура початку відкриття клапана термостата  $77-83^{\circ}\text{C}$ . повного його відкриття -  $90-96^{\circ}\text{C}$ : втрата ходу клапана - не більше 20 %.

6) Якщо термостат не відповідає вимогам, зазначеним у характеристиці, його замінюють на новий.

Несправності термостату.

- Збільшений час прогрівання двигуна. У зв'язку з нестійкою роботою двигуна відбувається коливання клапана і, як результат, ушкоджується сідло. Під впливом вібрації руйнується термочутливий елемент. При цьому вода може потрапити всередину робочого елемента або віск вийде назовні, тоді і відбувається порушення нормальної роботи термостата. Він перестає реагувати на зміну температури.

– Клапан термостата відкривається рано. Рідина, що охолоджує, потрапила всередину чутливого елемента. В результаті збільшились обсяг наповнювача, що призвело до раннього відкриття клапана.

- Клапан термостата відкривається пізно. Витік термочутливого наповнювача. В результаті зменшення робочого об'єму термочутливого елемента знадобиться додаткова температура, щоб відкрити клапан, і, як результат, клапан термостата відкривається пізніше.

- Двигун перегрівается. Відкриття термостата відбувається вчасно, але перегрів двигуна все ж таки відбувається. Охолоджуюча рідина не проходить через основний радіатор, а скидається назад у двигун.

- До радіатора надходить недостатній об'єм рідини для її охолодження.

- Клапан термостата не повністю закривається. У робочий елемент потрапила рідина, що охолоджує. В результаті збільшення в обсязі робочого елемента повне закриття тарілки клапана стає неможливим.

– Термостат функціонує неправильно. Порушено заводські налаштування в результаті перегріву системи охолодження двигуна.

- руйнування гумового ущільнення клапана. Внаслідок несправності в охолоджувальну рідину потрапило моторне масло, яке розчинило гумове ущільнення клапана термостата.

- Несправність насоса системи охолодження.

- Слабка пружина термостата.

- Оберти двигуна під час прогріву занадто великі.

- Пошкоджено тарілку клапана.

- Неправильне положення при монтажі термостата (його повітряного клапана).

**Приклад експертного висновку:** дано термостат автомобіля КамАЗ з наступними характеристиками:  $t$  спрацьовування -  $82^{\circ}$ . хід штока – 7,2 мм. До термостату автомобіля КамАЗ застосовують такі вимоги: термостат повинен починати відкриватися при температурі  $78-82^{\circ} \text{C}$  і повністю відкриватися при  $91-95^{\circ} \text{C}$ . Величина повного ходу клапана термостата повинна бути не менше 8.5 мм. По обох параметрах термостат несправний отже. його необхідно замінити.

**Завдання:** опишіть технічні характеристики та стан термостату: вкажіть, які були виконані перевірки термостата. Дайте загальний висновок щодо технічного стану термостата.

**Контрольні питання**

1. Яка роль термостата у системі охолодження?
2. До чого може призвести експлуатація двигуна з несправним термостатом?
3. З яких основних елементів складається рідинна система охолодження.
4. Переваги рідинної системи охолодження.

## Література

1. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту). – Харків: РІО ХГАДТУ, 1998.
2. Говорущенко Н.Я. Технічна експлуатація автомобілів. – Харків: Вища школа, 1984. – 312 с.
3. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Технічна кібернетика транспорту. – Харків: ХГАДТУ, 2001. – 272 с.
4. Бажинов А.В. Прогнозування залишкового ресурсу автомобільного двигача. – Харків: ХГАДТУ, 2001. – 95 с.
5. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник / В.М. Дембійський, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473 с.
6. СНиП П-Д. 9-62. Підприємства по обслуговуванню автомобілів. Норми проектування
7. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. - К.: Каравела, 2009 - 368 с.
8. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник / О.А.Лудченко. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
9. Канарчук В.Е. Основи технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Підручник у 3 кн. / В.Е.Канарчук, О.А.Лудченко, А.А.Чегринець. –К.: Вища школа, 1994. –342с.
10. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління / О.А.Лудченко. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.

Навчальне видання

ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ. ТЕХНІЧНА

Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт

Укладачі:

**АРТЬОМОВ** Микола Прокопович,

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. \_.

Наклад \_\_\_ пр.

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44