

УДК 629.1.05

## ПЕРЕВІРКА ГЕРМЕТИЧНОСТІ КАМЕРИ ЗГОРАННЯ ТА ІНШИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПНЕВМОТЕСТЕРА І ГЕНЕРАТОРА ДИМУ

**А.В. Щербина, старший викладач, ЗНТУ**

*Анотація.* Розглянуто методи перевірки герметичності різних систем та механізмів автомобіля, що дозволяє швидко і ефективно знаходити і ремонтувати несправності автомобіля.

*Ключові слова:* герметичність, втрати повітря, тиск, з'єднання.

## ПРОВЕРКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ И ДРУГИХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ С ПОМОЩЬЮ ПНЕВМОТЕСТЕРА И ГЕНЕРАТОРА ДЫМА

**А.В. Щербина, старший преподаватель, ЗНТУ**

*Аннотация.* Рассмотрены методы проверки герметичности разных систем и механизмов автомобиля, что позволяет быстро и эффективно находить и ремонтировать неисправности автомобиля.

*Ключевые слова:* герметичность, потери воздуха, давление, соединение.

## CHECKING AIRTIGHT CHAMBER AND OTHER SYSTEMS OF THE VEHICLE USING PNEUMOTESTER AND SMOKE GENERATORS

**A.V. Shcherbina, senior lecturer, ZNTU**

*Abstract.* Methods for check of tightness various systems and mechanisms of vehicle, enabling fast and efficiently find and repair the malfunction of vehicle.

*Keywords:* tightness, the loss of air, pressure, the compound.

### Вступ

Перевірка технічного стану автомобіля і його окремих систем, агрегатів і механізмів часто є складним і трудомістким процесом, що вимагає як високої кваліфікації працівників, так і спеціального обладнання та інструменту [1]. При експлуатації автомобіля, виникають різні несправності та відмови, при цьому велика кількість з них пов'язані із втратою герметичності як окремих деталей так і цілих систем автомобіля і його агрегатів. Самими поширеним методом пошуку негерметичності є подача повітря під тиском в систему або деталь, що перевіряється. У деяких випадках для зручності і швидкості виявлення місць виходу повітря використовують дим [2, 3].

### Постановка завдання

Однією із умов роботи двигуна внутрішнього згорання є забезпечення необхідної компресії, тобто тиску паливо-повітряної суміші (у бензинових двигунах) або повітря (у дизельних двигунах) наприкінці такту стиснення. Тиск наприкінці такту стиснення залежить від [4, 5]:

- наповнення циліндра перед початком стиснення, яке залежить від обертів двигуна та пропускної здатності впускних каналів;
- ступені стиснення, що є співвідношенням об'єму циліндра безпосередньо перед стисненням (коли поршень у нижній мертвій точці) і об'єму наприкінці такту стиску (коли

поршень у верхній мертвій точці). Ступінь стиснення є розрахунковою величиною і закладається при конструюванні двигуна, у процесі експлуатації вона не змінюється;  
 - герметичності простору над поршнем. Герметичність цього простору визначається механічним станом двигуна. Основні місця негерметичності - клапана, поршневі кільця, прокладка головки блоку.

Як відомо одним із методів перевірки поточного технічного стану двигуна є безпосередній вимір компресії за допомогою компресометра або визначення втрати повітря з камери згорання за допомогою пневмотестера.

Використання пневмотестера в порівнянні із компресометром має наступні переваги [5, 6]:

1. Аналізується безпосередньо герметичність простору над поршнем, при цьому оберти двигуна не мають ніякого впливу на виміри, тому що колінчастий вал при проведенні тесту нерухомий. Як відомо при використанні компресометра його показання досить сильно залежать від обертів двигуна. При цьому

оберти при прокручуванні стартером (250-350 об/хв) суттєво відрізняються навіть від обертів у режимі холостого ходу (700-900 об/хв), не говорячи вже про режими часткових і повних навантажень.

2. Є можливість локалізації несправностей і виявлення першопричини малого тиску.

3. Є можливість проведення тесту на знятому або частково розібраному двигуні або на двигуні із непрацюючим стартером;

4. Показання пневмотестера більш наочні і, відповідно, зрозумілі не тільки фахівцям.

Сутність методики використання пневмотестера полягає в тому, що герметичність простору над поршнем, яка є одним із основних показників механічного стану двигуна, визначається за падінням тиску стисненого повітря, яке подається в циліндр крізь отвір для свічі запалювання (на бензиновому двигуні) або отвір для форсунки (на дизельному двигуні).

Типова схема підключення пневмотестера та його зовнішній вигляд представлено на рис.1.



Рис. 1. Схема роботи пневмотестера: 1 - вхідний штуцер, у який подається стиснене повітря із тиском 6-10 Атм; 2 - манометр для виміру тиску підведеного стиснутого повітря; 3 - регулятор тиску підведеного стиснутого повітря; 4 - зворотній клапан; 5 - манометр для виміру тиску в просторі циліндра над поршнем, який дорівнює тиску підведеного стиснутого повітря за мінусом витоків, так само його ще називають манометр контролю втрати повітря; 6 - вихідний штуцер; 7 - шланги та адаптери для підключення до отвору свічі запалювання

Працюючи із пневмотестером потрібно дотримуватися наступної послідовності:

1. Прогріти двигун до робочої температури, заглушити та вимкнути запалювання.
2. Викрутити свічі запалювання.
3. Встановити поршень циліндра, що перевіряється, у положення ВМТ такту стиснення
4. Зафіксувати колінчастий вал двигуна. Для цього в автомобілях із механічною коробкою передач включити вищу передачу та застосувати ручне гальмо, для автомобілів із автоматичною коробкою передач необхідно утримувати колінчастий вал двигуна спеціальним стопором або ключем.
5. На бензиновому двигуні приєднати до отвору свічі запалювання циліндра, що перевіряється, за допомогою шлангу та при необхідності адаптерів, вихідний штуцер пневмотестера. На дизелі адаптер або штуцер шлангу приєднати до отвору для форсунки.
6. Встановити регулятор тиску підведеного стисненого повітря на мінімальну величину (для запобігання виходу з ладу манометрів при подачі повітря).
7. Приєднати пневмотестер через вхідний штуцер до джерела стисненого повітря (компресору або пневмомережі) тиском 6-10 атм.
8. За допомогою регулятора тиску встановити тиск підведеного стисненого повітря на необхідному рівні зазвичай це становить 6-10 атм.
9. Зняти показання тиску в циліндрі за допо-

могою другого манометру. Його шкала може бути відградуїрована як в одиницях тиску (атм. та ін.), так і у відсотках втрат повітря від заданої величини тиску подачі повітря. Крім того, найчастіше на шкалу нанесені кольорові сектори, які показують області гарного, задовільного та критичного стану циліндра в залежності від величини втрати стисненого повітря.

10. При індикації критичної втрати повітря необхідно провести додаткові дослідження для виявлення місця витоку.

11. Перед від'єднанням пневмотестера від циліндра або від джерела стисненого повітря обов'язково встановити регулятор тиску підведеного стисненого повітря на мінімальну величину ( для запобігання виходу з ладу манометрів).

12. Від'єднати пневмотестер від отвору свічі запалювання та повторити процедуру вимірів для всіх циліндрів.

Навіть на новому автомобілі простір над поршнем не може бути повністю герметичним - через наявність конструктивних зазорів допускається падіння тиску підведеного в циліндр стисненого повітря на 15-20%. У процесі експлуатації ця величина втрати тиску повітря може збільшитися до 30-40%. Загальна таблиця для оцінки показань пневмотестера може бути представлена у наступному вигляді:

Таблиця 1 – Оцінка технічного стану двигуна в залежності від величини втрати повітря в камері згорання циліндра

Величина втрати, %	Висновок про герметичність камери згорання
10-40%	Гарний стан - втрати мінімальні, відповідають допускам для нового двигуна або двигуна з гарним технічним станом.
40-70%	Задовільний стан - величина втрати досить велика, необхідне більш детальне дослідження для виявлення місця витоку, рекомендується проведення ремонтних робіт.
70-100%	Критичний витік - у циліндрі присутні несправності, наявність яких з максимальною ймовірністю вказує на необхідність проведення капітального ремонту.
100%	Повний витік - така ситуація може бути тільки якщо пневмотестер не підключений до двигуна або одна із частин циліндра, що впливають на герметичність надпоршневого простору повністю зруйнована (клапан, поршень та ін.).

Якщо величина втрати повітря перевищує 40-60% рекомендується провести додаткові дослідження для виявлення місць втрати повітря з камери згорання (так звана локалізація місць витоку). Для цього необхідно виконати наступне:

1. Відкрити кришку радіатора та розширюва-

льного бачка, кришку мастилозаливної горловини, вийняти щуп для виміру рівня мастила, зняти кришку повітряного фільтра (для карбюраторного двигуна) або від'єднати вхідний патрубок впускного колектора.

2. Встановити тиск на вхідному манометрі 2-6 атм.

3. По шуму вихідного повітря чи візуально визначити місце або місця втрати повітря:

- вихід повітря з мастилозаливної горловини або з отвору для щупа, виміру рівня мастила, свідчить про негерметичність в сполученні циліндр-поршень (проблема із поршневыми кільцями) або свідчить про руйнування поршня;

- вихід повітря із впускної системи свідчить про негерметичність в сполученні: впускний клапан - сідло клапана (найбільш імовірна проблема це прогар або неправильна робота клапанного механізму);

- вихід повітря із глушника автомобіля свідчить про негерметичність в сполученні: впускний клапан - сідло клапана (найбільш імовірна проблема це прогар або неправильна робота клапанного механізму);

- вихід повітря із сусіднього отвору для свічі запалювання свідчить про негерметичність ущільнення головки блоку циліндрів або тріщину в блоці циліндрів;

- повітряні пухирці (або різке збільшення рівня рідини) у розширювальному бачку або радіаторі свідчать про негерметичність чи прогар ущільнення головки блоку циліндрів або про тріщину в головці блоку циліндрів, а можливо і в самому блоці циліндрів.

При цьому важливо пам'ятати, що не виключена можливість комбінації двох і більш несправностей.

Як бачимо методика використання пневмо-

тестера є досить простою і інформативною та крім того, провести вище описані тести можна і взагалі не маючи пневмотестера, просто подаючи стиснене повітря в отвір для свічі запалювання, адже при цих тестах точна величина підведеного тиску великого значення не має.

Технологія виявлення негерметичностей за допомогою диму відома вже кілька сот років і застосовується в різних галузях, але автомобістами дана технологія стала широко застосовуватися в останні роки десятизліття із використанням генераторів диму [5, 7]. Генератори диму із кожним роком отримують все більшого поширення завдяки тому, що це є один із найшвидших і точніших методів визначення негерметичностей в системах сучасних автомобілів.

У процесі роботи генератор диму (рис. 2.) подає дим високої щільності, в місця передбачуваних витікань під тиском від 0,1 до 4,0 атм (в середньому рекомендується 0,2 – 0,5 атм) залежно від системи, що перевіряється. У результаті чого, через невеликий проміжок часу, стає можливим визначити місця розгерметизації тієї чи іншої системи автомобіля, які іншими методами визначити в більшості випадків неможливо або дуже важко.

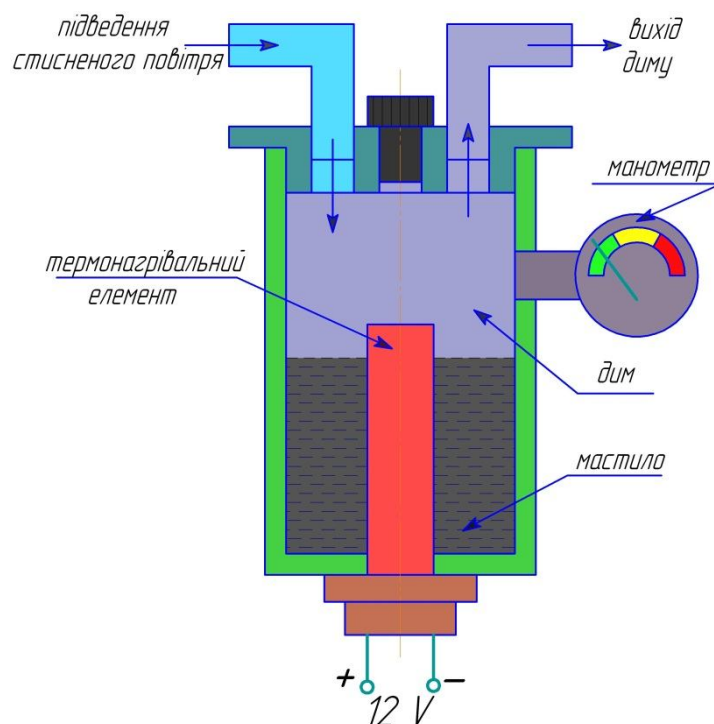


Рис. 2 – Принципова схема генератора диму

Для роботи генератор диму (рис. 2.) приєднується до штатного джерела стисненого повітря або до портативного ресивера. У резервуар приладу із нагрівальним елементом заливається рідина, яка створює дим. У якості такої рідини можуть використовуватися як спеціальні рідини, так і будь-які мінеральні мастила. Внаслідок великого нагрівання мастила до 500 - 800°C від термонагрівального елемента воно починає диміти. Вихід генератору диму приєднують через з'єднувальні шланги до системи, що перевіряється. Внаслідок цього усередині системи, що перевіряється, створюється надлишковий тиск і при наявності негерметичності через неї буде відбуватися витік диму, що дозволяє визначити місце цієї негерметичності. При цьому треба пам'ятати, що тонку струю диму набагато простіше побачити якщо її підсвітити галогеновим або світлодіодним ліхтариком. Таким чином потрібно послідовно освітити ліхтариком всі ділянки системи, що перевіряється.

Виходячи із вище зазначеного зрозуміло, що генератор диму призначений для виявлення витоків у будь-яких герметичних системах, що виникають у результаті руйнування, роз'єднання, розгерметизації або зношування деталей, прокладок, ущільнень, і т.д.

За допомогою генератору диму можна наприклад перевірити герметичність:

- камери згорання циліндра;
- системи впуску;
- системи випуску;
- системи охолодження;
- шин;
- фар;
- салону автомобіля і т.д.

Велика кількість несправностей двигуна автомобіля пов'язана із негерметичністю таких систем як подача палива та повітря або відведення відпрацьованих газів рис. 3.

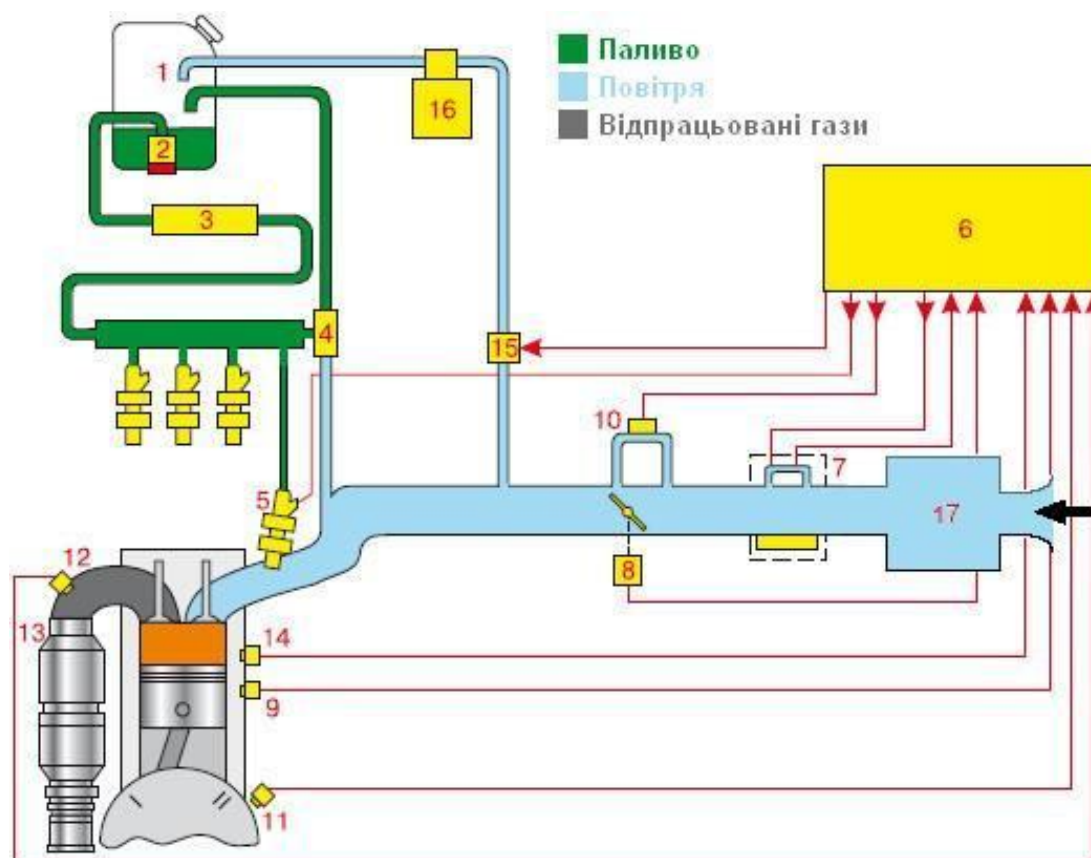


Рис. 3. Паливна система інжекторного двигуна: 1 – паливний бак; 2 – електробензонасос; 3 – паливний фільтр; 4 – регулятор тиску палива; 5 – форсунка; 6 – електричний блок керування; 7 – датчик масової витрати повітря; 8 – датчик положення дросельної заслонки; 9 – датчик температури охолоджуючої рідини; 10 – регулятор холостого ходу; 11 – датчик положення колінчастого валу; 12 – датчик кисню; 13 – нейтралізатор; 14 – датчик детонації;

15 – клапан продувки адсорбера; 16 – адсорбер, 17 – повітряний фільтр. Розглянемо кілька типових витоків і методів їх виявлення.

Негерметичність у вакуумній системі є одною із найпоширеніших проблем. Такі негерметичності можуть виявитися в будь-якій частині вакуумної системи, починаючи від впускного колектора та закінчуючи якими не будь патрубками або шлангами вакуумної системи. Розглянемо як підключити генератор диму для пошуку негерметичностей у вакуумній системі. Перш за все потрібно приєднати до вакуумної системи автомобіля шланг, який буде підводити дим. Таке підключення зазвичай роблять через шланг або трубку що подає вакуум до будь якої із систем автомобіля або його двигуна, така трубка є в кожному автомобілі (трубка вакуумного підсилювача гальм, вакуумна трубка регулятора тиску палива і т.д.). Також попередньо необхідно закрити вхідний отвір повітряного фільтра для цього необхідно скористатися спеціальною пробкою або будь-якими іншими підручними засобами. Наприклад можна обмотати повітряний елемент фільтра поліетиленовою плівкою та встановити назад на місце у фільтр. Повної герметичності даний спосіб не гарантує, але необхідні умови для проведення тесту будуть забезпечені. По закінченню тесту необхідно обов'язково зняти плівку з фільтруючого елемента.

Інший метод підключення генератора диму це приєднання його до патрубка підведення повітря повітряного фільтра за допомогою спеціального конуса із отвором, до якого підключається шланг, що підводить дим.

При пошуку витоків у вакуумній системі часто вдається виявити витік мастила наприклад у вигляді диму який виходить із під клапанної кришки та т.п.

Пошук витоків у камері згорання циліндра двигуна проводиться за тією ж методикою, що і при використанні пневмотестеру, яка була описана раніше.

Виявити витік у вихлопній системі завжди було нелегко, так як пошук негерметичності доводиться проводити при заведеному двигуні, а теплове розширення елементів системи робить невеликий витік непомітними. Але тепер із використанням генератора диму виявити такий витік не заводячи двигун стає

доволі легко та просто. Для цього необхідно кінець вихлопної труби заглушити спеціальним конусом із отвором, до якого підключається шланг, що підводить дим. Після включення генератора диму всі нещільності будуть візуально помітні завдяки виходу диму із них.

Велика кількість автомобілів їздять, ігноруючи сигнал на панелі приладів «Check engine» (перевірте двигун), дуже часто причиною появи такого сигналу є витік у системі вловлювання парів бензину. Серед кодів несправностей, що найбільш часто зустрічаються, це ті які викликані витоків у системі вловлювання парів бензину (P0441, P0442, P0456, P0462), їх завжди було важко виявити. Але із використанням генератора диму це також вже стає досить просто. Для цього необхідно знайти технічний отвір у системі вловлювання парів бензину. Такий отвір є в більшості моделей автомобілів починаючи з 1996 року, найчастіше воно закрито зеленим ковпачком. Необхідно відкрутити цей ковпачок і за допомогою спеціальної викрутки зняти клапан, при цьому потрібно пам'ятати, що у нього лівобічна насічка різьби і його необхідно відкручувати за годинниковою стрілкою.

Якщо в автомобілі немає технічного отвору системи вловлювання парів бензину або воно важкодоступне, то можна від'єднати трубку відводу повітря бензобаку від вугільного фільтра та приєднати генератор диму до неї.

Потім необхідно приєднати шланг, що підводить дим до одного із цих отворів і включити генератор диму. Поки дим буде заповнювати систему необхідно відкрутити кришку бензобаку та дочекатися коли із нього почне виходити дим, можливо при цьому буде необхідно поправити пластинчастий клапан горловини бензобаку так як він може частково перекрити прохід диму. Після цього необхідно закрити бензобак і шукати де буде витік диму.

У випадку якщо підключення до системи було зроблено через технічний отвір і через декілька хвилин після включення генератора диму з бензобаку не з'явився дим, то потрібно від'єднати трубку відведення повітря бензобаку від вугільного фільтра та приєднати генератор диму через неї.

Після виявлення та усунення негерметичності у будь якій системі обов'язково необхідно повторно провести перевірку цієї системи, для того щоб переконатися що проблема усунена. Для цього досить впевнитися в тому, що тиск який нагнітається компресором не падає.

При пошуку щілин у дверних та віконних ущільнювачах дим використовують ззовні. Для цього необхідно зачинити всі вікна автомобіля, включити вентиляцію салону на максимум і переконатися що вона не на замкненому циклі. Внаслідок цього усередині салону створюється надлишковий тиск, і при наявності щілин у місцях прилягання, повітря буде виходити через них. При спрямуванні диму зі шлангу генератора диму на місце витoku будуть помітні завихрення та рябі диму. При проведенні даного тесту необхідно щоб при його виконанні в приміщенні було нерухоме повітря, тобто повинні бути закриті двері та вікна, вимкнуті вентилятори та кондиціонери.

Виявити витік у автомобільній фарі, що протікає, можна досить швидко. Для цього потрібно приєднати шланг, що підводить дим до гнізда лампи освітлення, після чого місце негерметичності стане очевидним.

## Висновки

Таким чином видно, що в нинішніх умовах ремонту автомобілів дані способи перевірки технічного стану автомобілів і їх систем знайшли широке застосування і є невід'ємною частиною сучасних СТО.

## Література

1. Канарчук В.Е., Лудченко А.А. и др. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Кн. 2. К.: Выща шк., 1991 – 406 с.
2. Румянцев С.И. и др. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт, 1981. — 462 с.
3. Хрулев А.З. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. Производственно-практ. издание М.: Издательство "За рулем", 1998. - 440 с.
4. Автомобильный справочник BOSCH, 3-е издание. М.: Издательство "За рулем", 2012. - 1274 с.
5. <http://www.ardio.ru/>
6. <http://www.autodiagnos.com.ua/>
7. <http://www.chiptuner.ru/>

Рецензент: Ф.І. Абрамчук, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 28 травня 2015 р.