

**М.В. Красота, канд. техн. наук., С.О. Магопєць, канд. техн. наук., О.В. Бєвз, канд. техн. наук., І.В. Шєпєлєнко, канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

## Особливості вимірювання компресії бензинових двигунів при діагностуванні

В статті розглянуто вплив різних факторів на компресію бензинового двигуна, наведено ознаки типових несправностей циліндро-поршневої групи та способи їх виявлення. Наведена діаграма визначення несправностей ЦПГ за показниками компресії  
**компресія, бензиновий двигун, діагностування**

На потужність двигуна внутрішнього згоряння впливають наступні фактори: зношування деталей циліндропоршневої групи, кривошипно-шатунного й газорозподільного механізмів; зношування й прогорання клапанів і сідел; несправності систем живлення, охолодження й мащення. Кількісним показником несправності двигуна є зниження його потужності на 6-8%.

У двигуні внутрішнього згоряння циліндропоршнева група працює в найбільш важких умовах (газове середовище, висока температура, високі циклічні навантаження). При цьому відбувається інтенсивне зношування деталей, що приводить до прориву газів з камери згоряння в картер, збільшення шуму й вібрації, забруднення моторного масла і його втраті на угар, зниження герметичності в надпоршневому просторі.

Діагностування циліндропоршневої групи проводиться за функціональними параметрами: зміною тиску стискання в циліндрах; прориванням газів у картер; вигоранням масла; втратам стисненого повітря, що подається в циліндри; розрідженням в камері згоряння; зміною шуму й вібрації; зміною параметрів моторного масла; величиною струму, який споживається стартером.

Велика кількість параметрів визначення технічного стану циліндропоршневої групи дозволяє поєднувати їх за трьома зонами вимірювань: камера згоряння, блок циліндрів, картер двигуна. У зоні камери згоряння перевіряють, як правило, тиск стискання (компресію), проривання газів у картер, втрати стисненого повітря, розрідження в камері згоряння.

Вимірювання компресії – самий популярний метод діагностики серед автомеханіків. Позитивні якості його очевидні - простота, доступність, універсальність.

---

© М.В. Красота, С.О. Магопєць, О.В. Бєвз, І.В. Шєпєлєнко, 2010

За відомою методикою тиск стискання (компресію) у кожному циліндрі перевіряють компресометром не менш трьох разів на прогрітому двигуні при обертанні колінчатого вала стартером або пусковим двигуном. Дросельна заслінка при цьому повинна бути повністю відкрита. Мінімально допустимий тиск стискання для двигунів з іскровим запалюванням дорівнює 0,6-0,7 МПа, для дизельних - 1,4 МПа. При цьому різниця показань у циліндрах не повинна бути більше 0,1 МПа. Зниження тиску на 40% указує на поломку або залягання кілець, або на граничне зношування кілець і гільзи, або на нещільність сполучення « клапан-гніздо». Несправність сполучень «кільце-гільза» визначається повторним вимірюванням тиску після додавання в камеру

згоряння 20-25 см<sup>3</sup> моторного масла. Збільшення тиску після додавання масла вказує на значне зношування кілець і гільзи.

Однак вимірювання компресії за стандартною методикою дозволяє лише визначити в основному наявність або відсутність компресії в циліндрі.

Одним виміром практично неможливо розділити втрати пов'язані з негерметичністю клапанів або компресійних кілець. Доводиться робити два заміри компресії по циліндрам із додаванням 3-5 мл масла для посилення масляного клина у сполученні компресійне кільце - гільза. При цьому похибка оцінки ЦПГ по тиску стискання (за компресією) може становити до 30%.

Компресометр являє собою манометр зі зворотним клапаном, який вставляється замість свічки запалювання в бензиновому двигуні або свічки накаливання в дизелі.

Простота й доступність цього приладу зробили його практично "універсальним" засобом і для визначення несправностей двигуна й для оцінки його технічного стану в цілому.

При всій простоті способу отримані результати нерідко вимагають певного пояснення, інакше можна зробити зовсім невірні висновки.

Метою даної роботи є встановлення особливостей вимірювання компресії та можливості отримання додаткових діагностичних параметрів.

Розглянемо вплив різних факторів на компресію. Очевидно, що максимальне її значення буде при мінімальних втратах газів із циліндра, що відповідає наступним умовам:

- циліндр ідеально круглий;
- поверхня циліндра не має поздовжніх рисок;
- поршневі кільця ідеально прилягають до поверхні циліндра;
- величина зазору в замках кілець близька до нуля;
- торцеві поверхні кілець ідеально відповідають торцевим поверхням канавок поршня;
- тарілки клапанів ідеально прилягають до сідел.

Зазначені фактори є експлуатаційними й визначають відсутність або наявність втрат повітря із циліндра.

З іншого боку, на кількість повітря, що надходить у циліндр, впливають (убік збільшення):

- повністю відкрите положення дросельної заслінки;
- чистий повітряний фільтр;
- тривалість фаз впуску й випуску, що залежить, наприклад, від зазорів в механізмі привода клапанів;
- мале перекриття клапанів (мається на увазі на тій частоті обертання, при якій виконується перевірка компресії).

Очевидно, чим більше повітря надходить у циліндр, тим менше впливають на компресію втрати, особливо при зростанні частоти обертання, коли зменшується час, протягом якого відбуваються ці втрати.

Крім зазначених, на тиск (компресію) впливають:

- температура двигуна (підвищує компресію);
- масло, що пройшло через маслоснімні ковпачки, поршневі кільця, ущільнення турбокомпресора (підвищує компресію, тому що ущільнює зазори в сполучених деталях);
- паливо, що надійшло в циліндр у вигляді крапель (знижує компресію, тому що змиває масло з деталей і не володіє, на відміну від масла, ущільнювальними властивостями через малу в'язкість);
- негерметичність зворотного клапана компресометра або магістралі від клапана до манометра (зменшує компресію).

- крім того, на показники компресії впливають пускові оберти колінчатого валу, які залежать від ступеню розрядженості акумуляторних батарей; при розрядженому акумуляторі втрата компресії становить у середньому 0,1-0,2 МПа;

- опір у впускному патрубку;

- температура масла;

- паразитний обсяг перехідного пристрою компресометра й т.інш.

Велика кількість факторів, що впливають на максимальний тиск у циліндрі, може істотно змінити результати вимірювань.

Зазначені фактори підтверджують необхідність певних застережень перед встановленням остаточного діагнозу стосовно результатів вимірювань, а також методикою вимірювання компресії. Розглянемо це питання більш докладно.

Очевидно, при вимірюванні компресії варто дотримувати кілька умов: двигун повинен бути "теплим"; бажано відключити подачу палива в циліндри (відключивши бензонасос, форсунки або іншим способом), особливо, якщо є ймовірність збагачення суміші; необхідно вивернути свічки у всіх циліндрах; акумуляторна батарея повинна бути повністю заряджена, а стартер справний.

Зважаючи на проведенний аналіз можливо сформулювати певні рекомендації стосовно методики визначення компресії.

Вимірювання компресії можна виконувати як при повністю відкритій, так і закритій дросельній заслінці. Кожен із цих способів може визначати певні дефекти.

Якщо заслінка повністю закрита, то в циліндри надходить мала кількість повітря. Максимальний тиск у циліндрі виявляється невеликим (близько 0,6-0,8 МПа) через малий тиск у колекторі (0,05-0,06 МПа замість 0,1 МПа при повністю відкритому дроселі). Втрати при закритій заслінці також виявляються малі через малий перепад тиску, але навіть при цьому порівнянні з надходженням повітря. Внаслідок цього величина компресії в циліндрі виявляється дуже чутливою до втрат - навіть через незначну причину тиск падає відразу в кілька разів.

При повністю відкритому дроселі цього не відбувається. Значне збільшення кількості повітря, що надійшло в циліндри, приводить і до зростання компресії, однак втрати, незважаючи на їхнє невелике зростання, вони стають значно менші подачі повітря. Внаслідок цього компресія навіть при серйозних дефектах може ще не впасти до неприпустимого рівня (наприклад, до 0,8-0,9 МПа в бензиновому двигуні).

Таким чином, виходячи з особливостей різних варіантів вимірювання компресії, можна дати деякі рекомендації з їхнього використання.

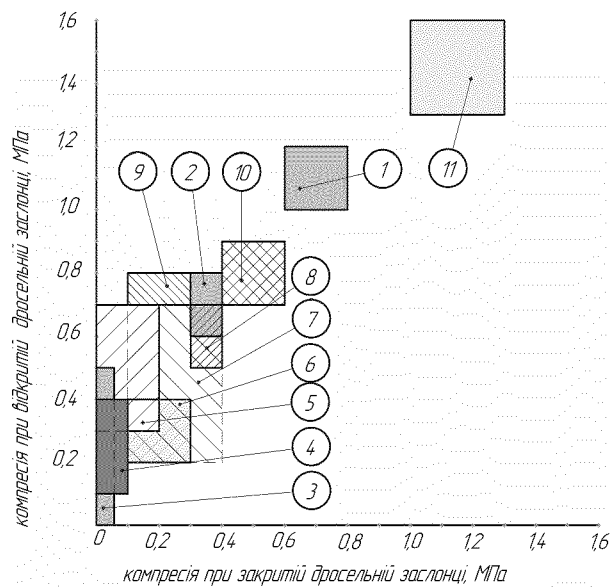
Вимірювання компресії з повністю відкритою заслінкою дозволяють виявити: поломки й прогорання поршнів; зависання (закоксовування) кілець у канавках поршня; деформацію або прогорання клапанів; серйозні ушкодження (задири) поверхні циліндра.

Вимірюючи компресію із закритою заслінкою, вдається визначити: не цілком задовільне прилягання клапана до сідла; зависання клапана (через неправильне складання механізму привода клапана з гідроштовхачем); дефекти профілю кулачка розподільного вала в конструкціях з гідроштовхачами (наприклад, зношування, биття тильної сторони кулачка).

На прикладі двигуна ВАЗ 2110 побудовано діагностичну діаграму визначення дефектів (рис. 1).

При вимірюваннях варто враховувати динаміку зростання тиску. Так, якщо на першому такті величина тиску, який реєструється компресометром, низька (0,3-0,4 МПа), а при наступних тактах різко зростає - це свідчить про зношування поршневих кілець (перевіряється заливанням у циліндр через свічковий отвір 5-10 см<sup>3</sup> свіжого масла). Навпаки, якщо на першому такті досягається помірний тиск (0,7-0,9 МПа), а

при наступних тактах ця величина практично не росте - це побічно свідчить про наявність втрат (клапани, прокладка, тріщина в головці й т.п.).



1 – нормальний стан двигуна; 2 - тріщина в перемичці поршня (супроводжується синім димом вихлопу, великим тиском в картері); 3 – прогорання поршня (синій дим вихлопу, циліндр не працює на холостому ходу); 4 – прогорання клапана (циліндр не працює на холостому ходу); 5 – деформація клапана; 6 – залягання кілець (супроводжується синім димом вихлопу, підвищеним тиском в картері); 7 – задири на поверхні циліндра (циліндр не працює на холостому ходу); 8 – перезбагачення суміші (ускладнений пуск, чорний дим випуску); 9 – дефект профілю кулачка (циліндр не працює на холостому ходу); 10 – природний знос поршневих кілець і циліндрів (підвищена витрата масла, знижена потужність двигуна); 11 – підвищена кількість нагару в камері згорання у поєднанні з зношеними масло відбивними ковпачками

Рисунок 1 – Діагностична діаграма визначення дефектів ЦПГ бензинового двигуна ВАЗ

Проводячи вимірювання компресії, у більшості випадків варто розглядати отримані результати, як відносні, тобто несправні циліндри порівнюються зі справними, а абсолютне значення компресії не оцінюється. Це дозволяє виключити помилки, при оцінці технічного стану в цілому справного двигуна. Проте, вимірювання величини абсолютної компресії для одержання непрямої інформації про технічний стан двигуна може бути рекомендоване в наступних випадках:

а) наявності даних про величину компресії цього двигуна, отриманих на більш ранніх інтервалах його експлуатації (наприклад, 40 тис., 100 тис., 150 тис. км і т.п.) при повній справності систем паливоподачі й пуску;

б) наявності великої бази статистичних даних (вимірювання компресії на різних інтервалах експлуатації) для даної моделі двигуна. При цьому вимірювання повинні бути виконані в однакових умовах (температура масла, частота обертання колінчастого валу, температура навколишнього повітря, повна справність всіх систем двигуна й т.інш.).

Найшвидше й ефективно перевірку величини компресії дозволяють здійснити сучасні мотортестери. У цьому випадку відбувається вимірювання амплітуди пульсації струму, що споживається стартером при прокручуванні колінчастого валу.

Перевагою даного методу є швидкість, одночасне вимірювання по всіх циліндрах за один цикл (10-15 с прокручування стартером), відсутність необхідності викручування свічок, що особливо зручно при діагностиці багаточиліндрових двигунів. недолік методу - одержання в більшості випадків тільки величини відносної (у відсотках до кращого циліндра) компресії. Лише найдорожчі мотортестери здатні

вимірювати абсолютне значення піка струму на кожен циліндр, однак ця величина також має потребу в зіставленні з дійсним тиском.

Практика показує, що взаємний вплив великої кількості факторів на абсолютне значення компресії настільки велике, що результати вимірювання можуть бути неправильно або довільно витлумачені й надати невірний результат при діагностуванні. Тому для визначення технічного стану в цілому справного й стійко працюючого двигуна тільки вимірювання компресії недостатньо. У таких випадках воно повинно застосовуватися в комплексі з іншими способами й засобами діагностики.

**Висновки.** При вимірюванні компресії на точність і достовірність діагностики впливає значна кількість факторів, які необхідно враховувати. Вимірювання компресії доцільно виконувати як при повністю відкритій, так і закритій дросельній заслінці. З аналізу результатів, отриманих за різними методами вимірювання компресії можливо точніше виявити несправність, ніж при використанні стандартної методики.

## Список літератури

1. Дмитриев М.М. Практикум по устройству и техническому обслуживанию автомобилей. Учеб. пособие. – Минск.: Высшая школа, 1986. – 240 с.
2. <http://www.autodiagnos.com.ua>.
3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання, 2003. – 511 с.
4. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Організація і управління. – К.: Знання, 2004. – 478 с.
5. Шумик С.В. Основы технической эксплуатации автомобилей. – Минск.: Высшая школа, 1981.- 286 с.
6. Келер К.А. Диагностика автомобильного двигателя. – Ужгород: «Карпаты», 1977. - 160 с.
7. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля.– М.: Транспорт, 1978. - 176 с.
8. Борц А.А. Диагностика технического состояния автомобиля.– М.: Транспорт, 1979.– 158 с.
9. Сергеев А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобилей. – М.: Транспорт, 1980. – 186 с.

*М. Красота, С. Магопец, О. Бевз, И. Шепеленко*

### **Особенности измерения компрессии бензиновых двигателей при диагностике**

В статье рассмотрено влияние разных факторов на компрессию бензинового двигателя, приведены признаки типовых неисправностей цилиндро-поршневой группы и способы их выявления. Приведена диаграмма определения неисправностей ЦПГ по показателям компрессии

*M. Krasota, S. Magopec, O. Bevz, I. Shepelenko*

### **Features of measuring of compression at diagnostics of petrol engines**

In the article influence of different factors is considered on the compression of petrol engine, the signs of typical disrepairs are resulted cilindro-piston groups and methods of their exposure. The resulted diagram of determination of disrepairs of engine is on the indexes of compression.

Одержано 24.11.09