Gates: Система VVT та електромагнітний клапан

дата публікації: 2021.11.17

Теоретичний робочий цикл чотиритактного двигуна охоплює такт впуску, такт стиснення, робочий хід і такту випуску. Для простоти теоретичний цикл всіх автомобільних двигунів вважається однаковим.

Але щоб кожен циліндр був заповнений газом і випорожнений максимально ефективно в кожен конкретний момент часу (навіть при різних швидкостях та з різними навантаженнями), **кут** відкриття та закриття клапанів повинен змінюватись щодо теоретичного циклу. Саме для цього використовуються системи VVT або системи регулювання фаз газорозподілу та **електромагнітні клапани системи VVT**. Читайте далі, щоб дізнатися про функції та геометрію цих важливих деталей.

Затримка та інерція
Як описано у вступі, **час відкриття та закриття** клапана має трохи відрізнятися від теоретичного циклу, щоб оптимізувати процес впуску газів у циліндр та їх випуску з нього. На величину коригування впливають затримка та інерція.

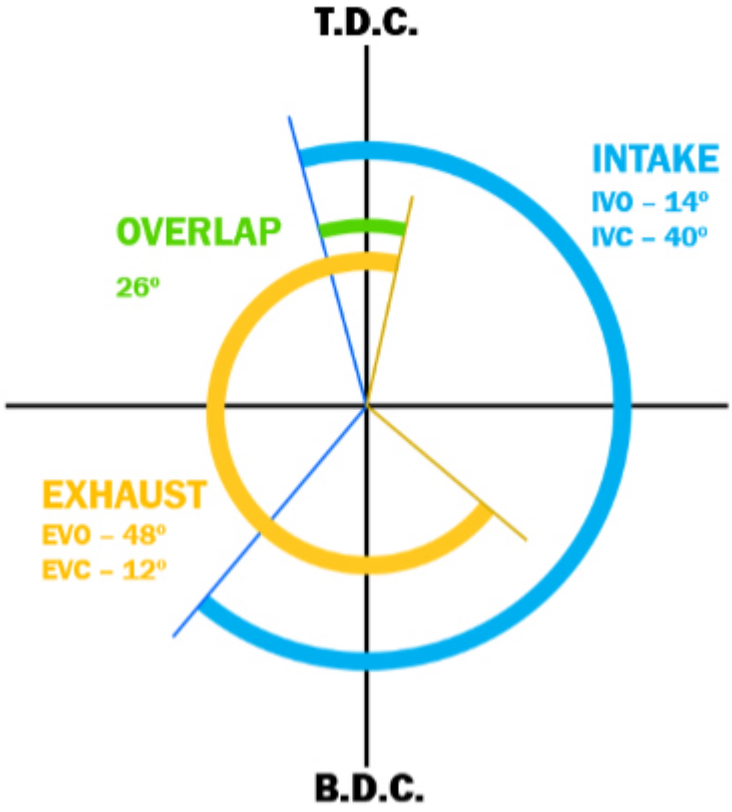
Затримка: Клапани миттєво не відкриваються. Для повного відкриття може знадобитися від 20 до 30 ° повороту колінчастого валу. За відсутності коригувальних заходів це може призвести до затримок впускного та випускного циклів:

- якщо при впуску поршень починає опускатися, а впускний клапан ще не відкритий через вищезазначену затримку, в циліндрі створюється **вакуум.** Це ускладнює початок ходу поршня вниз і, отже, знижує продуктивність двигуна.
- у свою чергу, якщо поршень починає рух вгору при випуску, а клапан не відкритий через затримку, **тиск** у циліндрі створює опір підйому поршня, і це також знижує продуктивність двигуна.

Інерція: Крім того, коли клапан відкривається, гази трохи запізнюються перед початком руху. Це також призводить до невеликої затримки на початку процесу (наповнення або випорожнення циліндра).

Стандартне відкриття клапана без системи VVT

Нижче наведено приклад для автомобіля з фіксованою геометрією без системи регулювання фаз газорозподілу (**система VVT**), де ВМТ позначає верхню мертву точку і НМТ позначає нижню мертву точку:



Стандартна схема відкриття клапана без системи VVT

- **Відкриття впускного клапана** (синій колір) Щоб уникнути затримки під час впуску газів, впускний клапан відкривається трохи раніше ВМТ.
- **Закриття впускного клапана** (синій колір). Впускний клапан закривається після проходження поршнем НМТ. При цьому завдяки інерції газів оптимізується заповнення циліндрів.
- **Відкриття випускного клапана** (помаранчевий колір) Наприкінці ходу поршня вниз, хоча тиск усередині циліндра знизився в міру того, як гази виштовхнули поршень вниз, щоб не було опору під час руху поршня вгору, випускний клапан відкривається до досягнення НМТ.
- **Закриття випускного клапана** (помаранчевий колір) Для повного видалення відпрацьованих газів і чистоти повітря, що залишилося в циліндрі, закриття випускного клапана відбувається трохи пізніше.

Як показано на схемі, є **перекриття** (зелений колір): короткий час, протягом якого впускний і випускний клапани відкриті одночасно.

Система VVT або система регулювання фаз газорозподілу

Принцип роботи системи VVT
Оскільки швидкість обертання автомобільного двигуна непостійна, ідеально якщо діаграму фаз газорозподілу можна змінювати відповідно до зміни швидкості обертання. Іншими словами: при зміні частоти обертання колінчастого валу двигуна для оптимального спорожнення та

наповнення циліндрів кути закриття та відкриття клапанів повинні регулюватися.

Система VVT змінює кути за допомогою механізму регулювання фаз газорозподілу (фазообертача), розташованого на головці розподільного валу. Ця система приводиться в дію подачею оливи, що регулюється блоком керування двигуна за допомогою **електромагнітних клапанів.**

Основні переваги цієї системи:

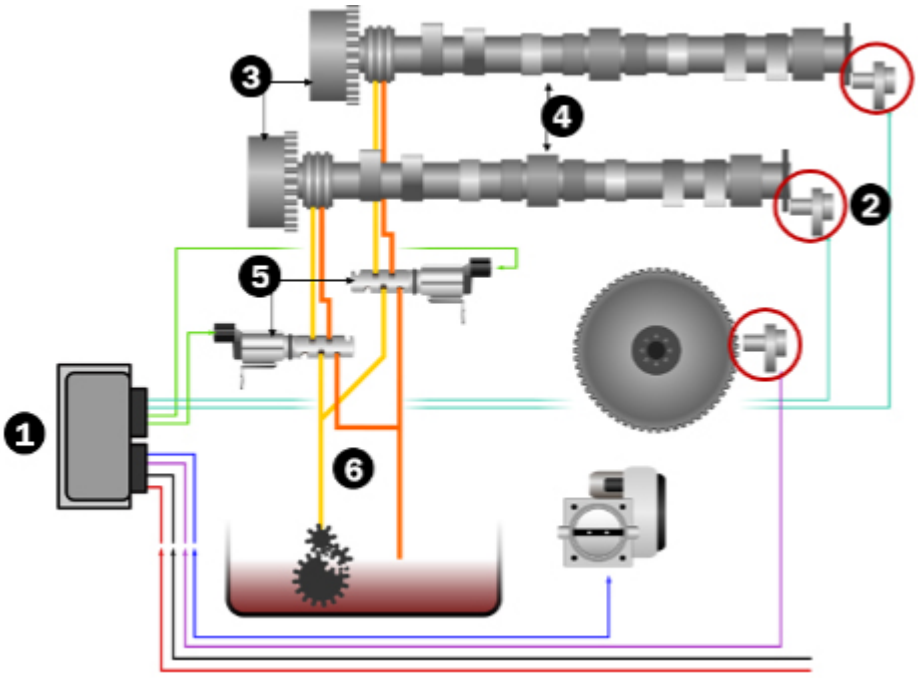
- зниження витрат пального;
- збільшення крутного моменту та потужності;
- зменшення кількості викидів.

Переважно для бензинових двигунів
Систему VVT впроваджували азійські та європейські автовиробники наприкінці 80-х та на початку 90-х років. У середині 2000-х років ця система стала популярнішою і почала використовуватися всіма основними автовиробниками. На даний час її зазвичай встановлюють у бензинових двигунах (хоч і не у всіх випадках), але можуть встановлювати у деяких дизельних двигунах. Автовиробники можуть використовувати різні формальні **назви системи**, крім того можуть існувати незначні відмінності, але принцип роботи залишається незмінним:

- Honda: VTEC
- Toyota: VVT-i
- BMW: VANOS
- Ford: Ti-VCT
- Kia-Hyundai: CVVT
- Porsche: VARIO CAM
- VAG: TGV

Електромагнітний клапан (соленоїд) та інші компоненти системи VVT

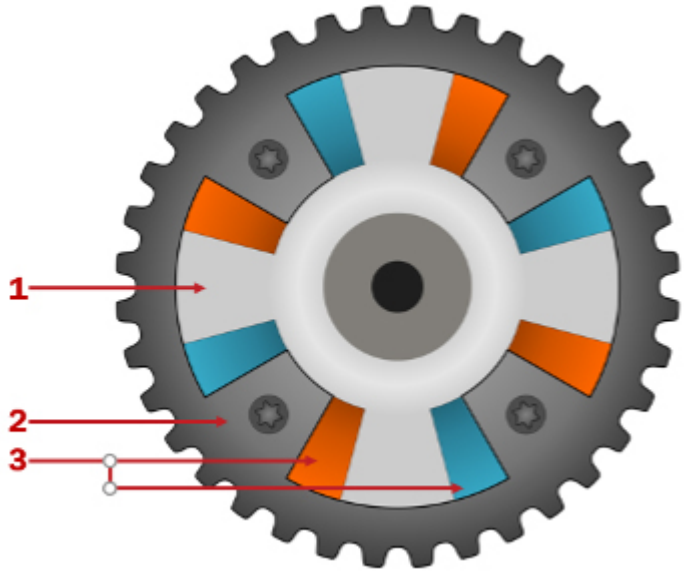
Основні компоненти системи регулювання фаз газорозподілу:



Основні компоненти системи VVT

1. *ЕБУ*
2. *Датчики оборотів*
3. *Фазорегулятор*
4. *Розподвали*
5. *Електромагнітні клапани*
6. *Оливопровід*

Детальніше про фазорегулятор
Фазорегулятор змінює кут відкриття клапанів. Він складається з таких частин:

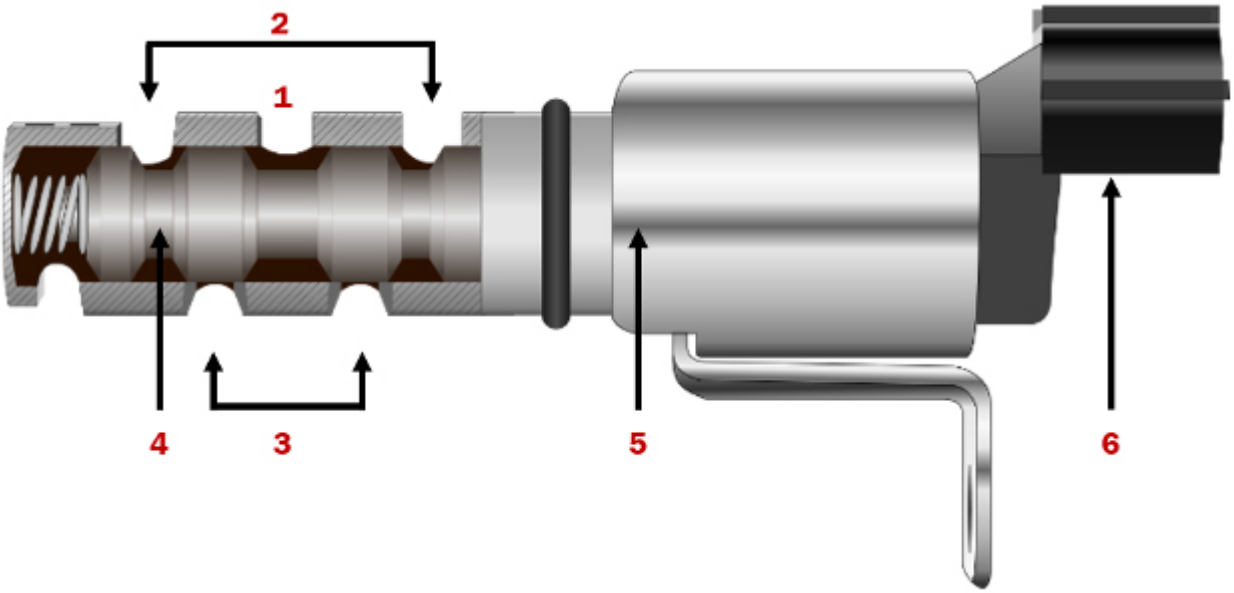


Компоненти фазорегулятора

1. *Внутрішній ротор: ця деталь з'єднана з розподільним валом.*
2. *Зовнішній корпус: ця деталь з'єднана із зубчастим шківом ГРМ двигуна.*
3. *Камери: **олива подається** з одного або з іншого боку лопатей внутрішнього ротора. Це призводить до повороту внутрішнього ротора щодо зовнішнього корпусу, внаслідок чого кут відкриття клапанів зміщується вперед або назад.*

У сучасних автомобілях для регульованої подачі оливи до камер з різних боків лопатей використовують **електромагнітні клапани**. Як показано далі у статті, електромагнітний клапан відкриває подачу оливи через оливопроводи в камери відповідно до сигналу широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), який він отримує від блоку управління.

Детальніше про електромагнітний клапан
Електромагнітний клапан складається з таких частин:

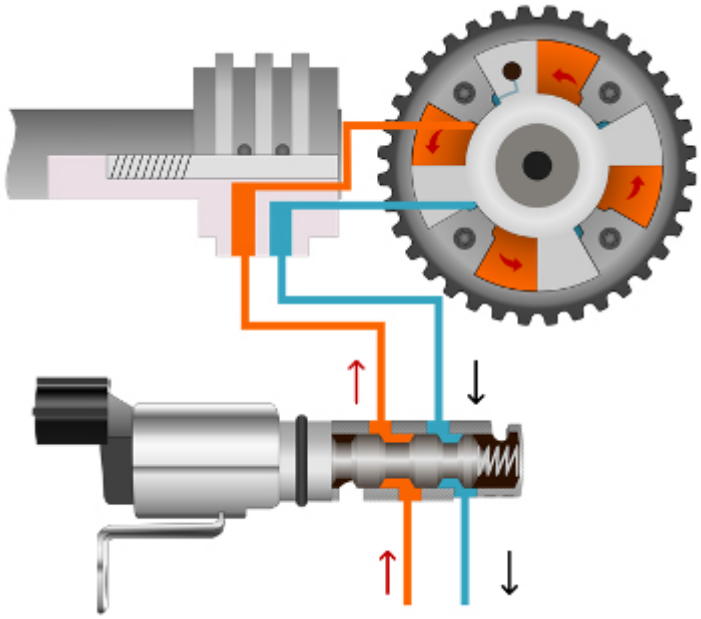


Компоненти електромагнітного клапана

1. *Лінія подачі оливи*
2. *Повернення оливи*
3. *Оливопроводи до розподільного валу*
4. *Поршень*
5. *Котушка електромагніту*
6. *Електричний роз'єм*

Положення електромагнітного клапана
Зазвичай систему VVT встановлюють на **розподільний вал впускних клапанів**, але в деяких автомобілях також використовують систему для розподільного валу випускних клапанів. Наприклад, високопродуктивні двигуни обладнують складнішими системами для регулювання ходу клапанів. Тому електромагнітні клапани можуть використовуватись у кількох точках.

1. Електромагнітний клапан у положенні запізнення
Електромагнітний клапан може бути в положенні запізнення:

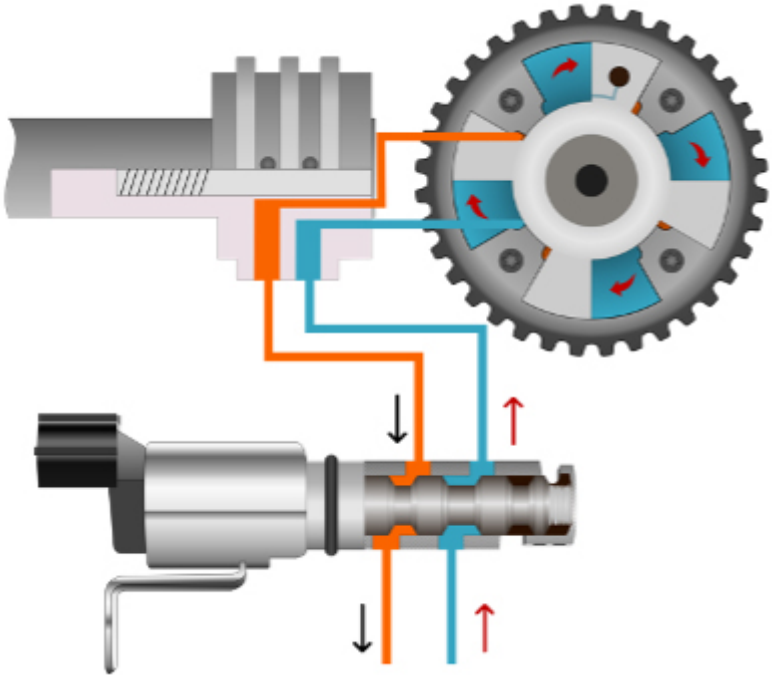


Електромагнітний клапан у положенні запізнення

Коли **двигун працює на холостому ходу**, електромагнітний клапан переміщує внутрішній поршень. Відкривається подача оливи з одного боку камер, а з іншого боку олива повертається у піддон. У результаті клапани відкриваються з невеликим запізненням щодо теоретичного циклу.

Пізніше відкриття впускного клапана запобігає попаданню відпрацьованих газів у впускний колектор на холостому ходу. Крім того, **економиться пальне:** двигун працює без перебоїв при нижчих обертах холостого ходу.

2. Електромагнітний клапан у положенні випередження
Електромагнітний клапан може бути в положенні випередження:

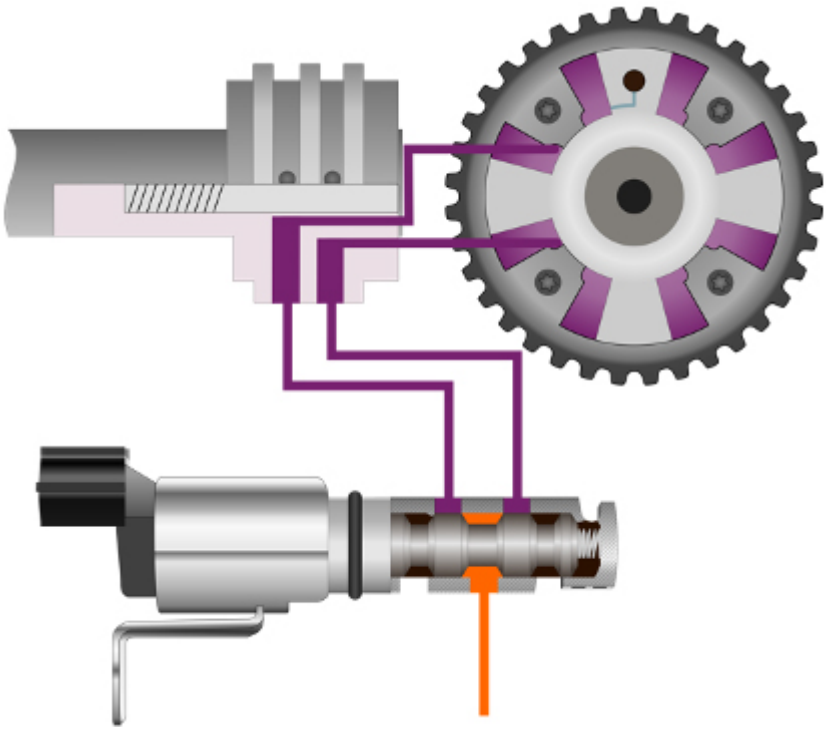


Електромагнітний клапан у положенні випередження

При **високій частоті обертання двигуна** електромагнітний клапан переміщується у протилежне положення. Напрямок подачі оливи змінюється на протилежний, і розподільний вал обертається з максимальним випередженням.

Коли двигун працює на **високих оборотах**, для заповнення циліндра потрібно набагато менше часу. Таким чином, клапан відкривається раніше, і газ починає надходити в циліндр до того, як поршень досягне ВМТ. При відкритті з випередженням закриття також відбувається з випередженням. Але при високій частоті обертання двигуна завдяки інерції газів, що циркулюють з високою швидкістю, циліндр заповнюється в достатньому обсязі і забезпечується оптимальна продуктивність.

3. Електромагнітний клапан у положенні утримання
Крім того, електромагнітний клапан може бути у положенні утримання:



Електромагнітний клапан у положенні утримання

На розподільних валах встановлені **датчики Холла.** Ці датчики передають блоку управління точне положення розподільних валів щодо колінвала. Таким чином, блок управління може визначати необхідне положення електромагнітного клапана в будь-який момент часу. Воно розраховується шляхом порівняння вхідних сигналів (частоти обертання колінвала двигуна, положення дросельної заслінки тощо) з картами пам'яті блоку управління. Коли досягається необхідне випередження, електромагнітний клапан встановлюється в положення утримання. При цьому клапан блокує подачу оливи в обидві сторони і утримує розподільний вал під певним кутом щодо його зубчастого шківа.

Коли двигун працює на середніх оборотах та інших особливих ситуаціях, для оптимальної роботи двигуна блок управління може встановлювати **«середнє випередження розподвалу»**. При середньому положенні зменшується вміст оксидів азоту. Ефект можна порівняти з ефектом від використання системи рециркуляції відпрацьованих газів, яку зазвичай встановлюють у дизельних двигунах. Система РВГ повертає частину відпрацьованих газів назад у впускний колектор. При повторному попаданні в камеру згоряння температура знижується і утворюється менше викидів оксидів азоту.

Відмови системи VVT

Проблеми з тиском оливи
Найбільш поширена відмова гідравлічної системи – це **низький або нульовий тиск оливи.** Така відмова часто відбувається через неналежне обслуговування оливної системи та циркуляцію сміття й осаду. Коли забруднення осідають у попередньому фільтрі оливопроводу електромагнітного клапана, вони обмежують подачу оливи. Це призводить до уповільнення роботи системи чи її збою. Крім того, частки можуть пройти через фільтр та заклинити електромагнітний клапан в одному з положень.

Якщо олива має неправильну **в'язкість** або робота системи змащення порушена в іншій точці, проблема з низьким тиском може погіршитися.



Проблеми з тиском оливи

Відмови електрообладнання
Крім того, можлива **електрична відмова** електромагнітного клапана. Клапан може припинити працювати через вихід з ладу котушки. Однак, щоб уникнути заміни справної деталі, завжди рекомендується перевіряти дроти, що йдуть до клапана.

Блок управління двигуном використовує датчики положення розподільного валу та колінвалу для оцінки роботи системи. У разі аномальних показників він генерує код несправності та включає діагностичну лампу двигуна.



Діагностична лампа двигуна

Джерело: http://www.automaster.net.ua/drukujpdf/artykul/54271