Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра автомобілів, автомобільного господарства і технології металів

**Реферат на тему:**

**Система запалювання сучасних автомобілів**

Виконав:

студент МЕФ групи ААГ-21

Рощук М.А.

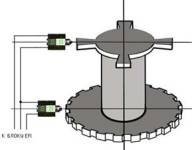
Перевірив: Глінчук В.М.

**Рівне 2005 р.**

## Загальні принципи системи запалювання

Давайте подивимося, які системи запалювання застосовуються на автомобілях японського виробництва. Тому що контактні системи запалювання відходять у минуле, та й карбюратори "доживають" своє століття, мова йтиме про системи запалювання двигунів з електронним впорскуванням.

Отже, заглянемо в розподільник запалювання. Замість звичних нам контактів переривача (знайомих нам по "Жигулям" 1974 - 2000 років випуску) ми побачимо 2 (рідше 3) електромагнітних датчики.

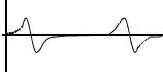


Дана схема відноситься до 4-х циліндрового двигуна. На двигунах з 6-ю циліндрами "верхній" (за схемою) датчик має 6 "виступів".

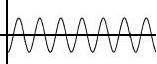
Датчики представляють із себе котушки, намотані на магніт. При проходженні "зуба" шестірні розподільника запалювання повз датчик, міняється магнітна провідність зазору. Зміна магнітного потоку викликає появу електрорушійної сили, що наводиться в обмотці датчика.

Верхній (за схемою) датчик дає команду блокові EFI на "подачу" іскри, нижній подає інформацію про швидкості обертання двигуна в даний момент. Епюри напруг на обох датчиках виглядають так:

На верхньому датчику (даний сигнал зветься Ne):



На нижньому датчику (даний сигнал зветься Ng):

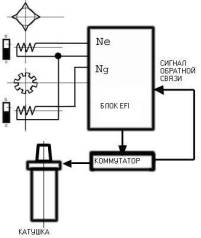


Отже, давайте подивимося, для чого використовуються ці датчики, і створювані ними напруги.

Основні схеми побудови систем запалювання можна умовно розділити на кілька типів:

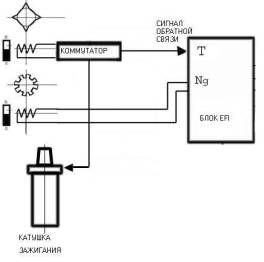
***Схема 1:***

Можна віднести до "класичного", тому що застосовується на більшості автомобілів.

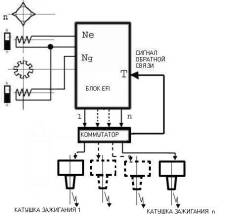


***Схема 2:***

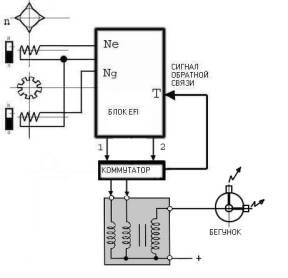
Є більш рідкою схемою. Наприклад, її можна зустріти на автомобілях "SUBARU" ранніх років випуску. Хоча, застосовується дотепер на деяких моделях TOYOTA, NISSAN і т.д.



***Схема 3:***



Найбільш сучасна схема. Так названа "схема з розподіленими котушками запалювання". Дозволяє позбутися від таких ненадійних елементів, як кришка розподільника запалювання, "бігунка", проводів високої напруги, і т.д. Але за все у житті потрібно платити, і застосування цієї схеми вводить один ненадійний елемент, як котушка запалювання. Але не будемо забігати вперед, основні несправності нас чекають в переді.

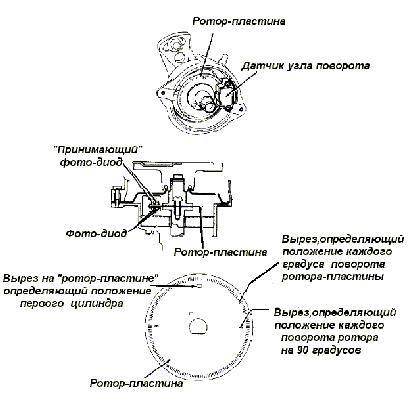


До речі, варто відзначити дуже цікаву схему, яка застосовується на двигуні 1G-GE Twin Cam Twin Turbo:

Особливістю цієї схеми є котушка запалювання з двома первинними обмотками, і бігунок у розподільнику запалювання, що має два контакти на свічі, відділених від центрального електрода за допомогою двох бустерів.

Особливість цієї схеми полягає в повному використанні енергії, яка підводиться до котушки запалювання. Залишки енергії самоіндукції після іскроутворення переходять в інше „плече” котушки, що дозволяє підвищити енергію „іскри” на 10 - 20%. З приводу застосування бустерів (додаткових іскрових проміжків) загальної думки серед фахівців немає. Бустер зменшує енергію іскри, яка подається на свічу, але збільшує крутизну фронту імпульсу іскроутворення, що збільшує пробивну здатність іскрового проміжку. Загальна думка фахівців - поряд з явними мінусами, схема має ряд переваг. Загальний виграш (по сумі плюсів і мінусів) складає порядку 1-3.

У зазначених схемах побудови систем запалювання в особливому ряді стоїть фірма NISSAN. Основна відмінність складається в імпульсах, що датчик-розподільник запалювання видає на блок EFI. Попередня обробка сигналу з датчиків відбувається вже в самому розподільнику запалювання. Схема роботи представлена нижче:



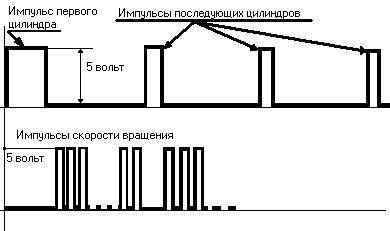
Система оптоелектронного запалювання, розроблена і застосовується на багатьох машинах фірми "Nissan", досить надійна річ навіть після 5 - 10 років експлуатації і на дорогах України (після Японії, природно, де машини проходять не менше, в основному, 70 - 90 тисяч кілометрів).

Основу системи складають:

Так названа „ротор-пластина", у якій існує три групи прорізів. Перша група - прорізу в кількості 360 штук, які показують кожен градус повороту пластини. Друга група - один проріз, показує положення першого циліндра. Третя група - три прорізи в пластині, що показують поворот на кожні 90 градусів.

Фото - діоди, „приймаючий" і „випромінюючий” промінь світла, проходячи між цими світодіодами час від часу перекривається „ротором-пластиною” і світодіоди „відправляють" блокові керування інформацію про це у виді „логічної одиниці" або „логічного нуля".

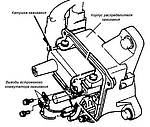
Принцип дії системи полягає на точному вимірі за допомогою фотодіодів кута повороту „ротора-пластини”, що дозволяє бортовому комп'ютерові точно визначати, як і момент упорскування палива в кожен циліндр, так і момент „подачі іскри" для кожного циліндра на підставі закладених у його програми алгоритмів. Імпульси, подавані на блок EFI трохи відрізняються від приведених вище і мають такий вигляд:



Так само слід зазначити, що вихідний транзистор комутатора розташовується, як правило, біля бобіни запалювання. Тому що він має вбудований діод у ланцюзі „колектор-емітер", це викликає деякі проблеми при його перевірці, особливо для не дуже досвідчених користувачів. Подальші схеми обробки сигналу принципово не відрізняються від приведених вище.

## Складні розподільники

„Складними розподільники" на автомобілях Mitsubishi, Honda і т.д., або, як буде, напевно, вірніше сказати: "складними розподільниками запалювання" зараз уже можна назвати такі розподільники, усередині яких конструктори помістили все те, що раніше знаходилося в підкапотному просторі: комутатор запалювання і котушка запалювання. Що ж, у принципі це досить правильне рішення, тому що в цьому випадку вирішується відразу багато проблем і вся система працює стабільніше. До того ж - економія.



Треба сказати, що в основному такі розподільники першими почали застосовуватися на автомобілях "Mazda", "Honda", "Mitsubishi" і деяких інших. На малюнку показаний от такий "складний розподільник запалювання" фірми "Honda", що, у принципі, по своїй будові мало чим відрізняється від подібних розподільників інших відомих фірм. Він, до речі, і кріпиться в такий же спосіб, як і показано на малюнку - "боком".

## Системи регулювання фаз газорозподілу. Система газорозподілу VANOS

Спочатку розподільний вал "переїхав" у головку циліндрів, потім з'явилися багатоклапанні двигуни, і от вже наступила пора змінних фаз газорозподілу. Втім, від розподільного вала поки нікуди не дітися.

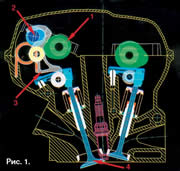
Навіщо потрібно все це хитрування? Відповідь проста: вимоги до економічності, токсичності, пристосовності двигунів рік від року ростуть. Задовольнити запити непросто, так що мудрі технічні рішення - усвідомлена необхідність. Вже очевидно, що майбутнє - за двигунами з безпосереднім упорскуванням палива, як дизельними, у чиїх перспективах мало хто сумнівається, так і бензиновими, епоха яких тільки почалася. Тим часом, задача системи газорозподілу не змінився - забезпечувати найкраще наповнення циліндра, продувку камери згоряння і високий момент, що крутить, у широкому діапазоні оборотів. Останнього вдалося досягти регулюванням фаз - або поворотом розподільного вала, або за допомогою додаткових кулачків зі зміненим профілем. Однак навіть такі складні системи ефективні в досить вузьких межах. Погодьтеся, що думка про індивідуальний привод кожного клапана просто зобов'язана була прийти кому-небудь в голову.

## "Шкідлива" дросельна заслінка

Однієї із самих досконалих конструкцій газорозподільного механізму визнана система **Double VANOS**, застосовувана фірмою BMW на рядних шестициліндрових двигунах автомобілів нової третьої серії і спортивних М3. Тут обидва розподільних вала, що керують відповідно впускними і випускними клапанами, можуть повертатися щодо початкового положення, змінюючи моменти початку впуску і випуску (довжина фаз, обумовлений профілем вала, постійна), а також тривалість перекриття клапанів (фаза, коли впускний і випускний клапани відкриті одночасно). Але навіть вона створює оптимальні умови роботи мотора тільки на повному дроселі. В інших режимах потік повітря обмежує дросельна заслінка - саме вона визначає кількість повітря, що надходить у двигун, на підставі якого електроніка керування упорскуванням і запалюванням розраховує кількість бензину й інші параметри.

При роботі двигуна на режимах часткового навантаження від дросельної заслінки один збиток - вона створює у впускному трубопроводі розрідження, що погіршує наповнення циліндрів. Ідеальним варіантом було б відкривати впускний клапан тільки на час, необхідний, щоб досягти потрібного наповнення циліндра горючою сумішшю.

У результаті з'явилася механічна система керування не тільки фазами, але і підйомом впускних клапанів. До вже стандартного Double VANOS додався механізм, що змінює висоту підйому впускних клапанів (мал.1).



Розріз головки блоку двигуна BMW без дросельної заслінки зі змінюваним підйомом впускних клапанів: 1 - розподільчий вал; 2 - ексцентриковий вал; 3 - додатковий важіль; 4 - впускний клапан.

Між розподільним валом 1 і кожною парою впускних клапанів 4 помістили додатковий важіль 3: у залежності від положення його осі обертання змінюється закон руху клапанів. Положення осі, у свою чергу, задається при обертанні ексцентрикового вала 2. Таким чином, і висота підйому клапанів, і, відповідно, тривалість фази впуску змінюються в залежності від натискання на педаль газу і дросельна заслінка стає непотрібною.

Проведені іспити показали, що середня витрата палива двигуном без дросельної заслінки, виміряна за методикою EU 93/116, нижче на 10% у порівнянні зі звичайним двигуном, оснащеним тільки Double VANOS. Якщо в реальній експлуатації велика частка режимів з частково відкритою дросельною заслінкою, то економія може досягати навіть 18%.

За твердженням фахівців фірми, подібна система - можлива межа вдосконалення бензинового двигуна з упорскуванням у впускний трубопровід. Подальше збільшення ефективності можливе тільки за допомогою досить екзотичних конструкцій, що змінюють, здавалося б, непорушне - ступінь стиску і робочий об'єм двигуна.

## Від механічного до електромагнітного

Чи можна поліпшити наповнення циліндрів, не збільшуючи число і розмір клапанів, не подовжуючи фазу впуску і не збільшуючи підйом? Можна - якщо приводити клапани не за допомогою кулачків, а електромагнітним або гідравлічним приводом. При тих же часі відкриття і висоті підйому визначальний параметр "час-перетин" буде більше, оскільки клапан відкривається і закривається значно швидше. Тільки завдяки цьому можна збільшити момент двигуна, що крутить, приблизно на 5%.

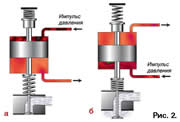
## Електромагнітний привод клапана

Досвідчений зразок чотирьохциліндрового двигуна BMW з електромагнітними клапанами і безпосереднім упорскуванням бензину уже випробують на стендах у Мюнхені. Привід клапанів виглядає в такий спосіб: підпружинений клапан поміщений між двома електромагнітами, що утримують його в крайніх положеннях: закритому або цілком відкритому. Спеціальний датчик видає блокові керування інформацію про поточне положення клапана. Це необхідно, щоб знизити до мінімальної його швидкість у момент торкання сідла. Кількість повітря, що надходить у циліндр, визначається тривалістю відкриття клапана - висота підйому не регулюється.

Можливості системи практично нічим не обмежені: досить змінити програму керування клапанами, щоб мотор з чотирма клапанами на циліндр у доли секунди став двох - або трьохклапанним; можна вибірково відключати циліндри, ефективно гальмувати двигуном при будь-яких оборотах, на ходу змінювати робочий процес і перетворювати чотиритактний двигун у двотактний або шести-, або навіть у восьмитактний (на режимах з частковим навантаженням) - такого шикарного інструмента для найрізноманітніших досліджень у мотористів ще не було.

## "Даймлер-Бенц" грає на дизелі

Веде дослідження в області індивідуального керування клапанами і компанія "Даймлер-Бенц". Двигун у лабораторії Ульріха Летше обладнаний гідравлічним приводом клапанів (мал.2). Але багато хто неправильно розуміє його роботу. Вони думають, що клапани приводяться тільки гідравлічно.



***Гідравлічні імпульси лише запускають процеси відкриття (а) і закриття (б) клапана в двигуні Летше, а далі працюють потужні пружини***

Насправді привод нагадує пружинний маятник - гідравліка служить лише "спусковим гачком", після якого рухом клапана керує пружина. Для дизельного двигуна необхідні велика потужність і зусилля привода, оскільки в момент відкриття випускного клапана в циліндрі ще досить великий тиск.

Дослідний двигун Летше - одноциліндровий, робочим об'ємом близько 2 л - зібраний на основі поршневої групи мотора "Мерседес-Бенц-Актрос". Максимальне число оборотів не перевищує 2000 об/хв, але переваги нового газорозподільного механізму очевидні. Фази відкриття впускних і випускних клапанів оптимальні у всьому діапазоні частот обертання і навантажень, що дозволяє заощаджувати до 10% палива і приблизно на стільки ж зменшити токсичність вихлопу. І хоча для дизельних двигунів вантажівок високі обороти не потрібні, гідропривід зберігає працездатність до 6000 об/хв, що дає можливість його застосування і на легкових автомобілях.

Особливо привабливим для вантажних автомобілів виглядає керування процесом гальмування двигуном за рахунок варіювання ширини фази випуску, а також зміни робочого об’єму багатоциліндрових двигунів шляхом відключення циліндрів.

Системи VTEC: DOHC VTEC, SOHC VTEC, VTEC-E і 3-stage VTEC

Абревіатура VTEC повністю розшифровується як - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control. У перекладі на українську - це електронна система керування часом відкриття і висотою підйому клапанів. Або простіше: електронна система регулювання фаз газорозподілу. Усього на даний момент існують чотири різні системи: DOHC VTEC, SOHC VTEC, VTEC-E і 3-stage VTEC, але загальний принцип роботи у них однаковий: використання для конкретного клапана різних по профілю кулачків для різних режимів роботи, шляхом замикання рокерів або коромисел невеликим стержнем, що рухається під тиском оливи. Тобто, як видно, система дуже проста і надійна.

## Що таке VTEC?

Двигун внутрішнього згоряння перетворює хімічну енергію палива в теплову енергію. Щоб збільшити теплову енергію в циліндрі треба збільшувати тиск. Тиск на поршнях породжує механічну силу, що обертає колінчатий вал. Ця механічна сила виміряється моментом, що крутить. Здатність двигуна витримувати деякий рівень моменту, що крутить, для визначених оборотів у хвилину виміряється потужністю. Потужність - міра роботи двигуна. Цей процес перетворення - ефективний не на 100%. Фактично, тільки приблизно 30% енергії палива перетвориться в механічну енергію.

Фізика говорить, що для даного рівня ефективності, більш висока витрата палива необхідна для двигуна, щоб зробити велику роботу. Так що стає очевидно, що, якщо Ви хочете більшу кількість потужності, Ви повинні збільшити витрата палива. Один шлях до досягнення цієї мети полягає в тому, щоб мати двигун більшого обсягу. Більший двигун з великими циліндрами буде спалювати більша кількість палива за оборот, чим двигун з меншим обсягом. Інший метод - стиск паливно-повітряної суміші. У такий спосіб навіть при тім, що розмір циліндра та ж самий, більше кількість палива спалюється за оборот. Другий метод називають форсована індукція.

Honda досліджувала інший метод: зберігаючи розмір двигуна тим же самим, крутити двигун швидше, щоб споживати більша кількість палива. У будь-якому випадку, більша кількість спаленого палива, волоче більша кількість потужності, зробленої двигуном.

Зі збільшенням частоти оборотів двигуна, більша кількість паливно-повітряної суміші повинне "вдихати" і "видихатися" двигуном. Таким чином, щоб витримати високі частоти обертання двигуна, впускні і випускні клапана повинні відкритися добре і широко. Інакше Ви маєте щось, подібне до астми: двигун не може одержати досить суміші через обмеження.

Абревіатура VTEC повністю розшифровується в такий спосіб - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control. У перекладі на українську - це електронна система керування часом відкриття і висотою підйому клапанів. Або простіше: електронна система регулювання фаз газорозподілу.

Відомо, що зміна довжини фаз впуску і випуску дозволяє змінювати характеристики двигуна і широко застосовується в тюнінзі і підготовці двигунів для спорту. Але спортсмени можуть поміняти фази тільки перед гонкою, установивши розподільний вал зі зміненими розмірами кулачків. При цьому максимальна віддача від двигуна досягається в досить вузькому діапазоні оборотів. Даючи приріст потужності на "верхах", такий вал неминуче приносить утрату моменту на середніх оборотах або навпаки.

Гонщики справляються з цією незручністю, але далеко не кожному звичайному водієві сподобається їздити, постійно ганяючи стрільцеві тахометра, приміром, між 6500 і 8000 об/хв. Тому фірмою Honda і була розроблена система VTEC, що автоматично змінює фази газорозподілу, для досягнення найкращих характеристик у будь-яких умовах роботи двигуна.

З'явившись у 1990 році, система VTEC двічі модернізувалася, і сьогодні ми маємо справу з її третьою серією, відмінна риса якої в тому, що оптимальний час і величина відкриття впускних клапанів підбирається електронікою для трьох режимів роботи двигуна: на низьких, середніх і високих оборотах. Раніше система розрізняла тільки два режими (низькі і середні обороти були для VTEC єдині).

У зоні низьких оборотів VTEC забезпечує економічний режим роботи двигуна на збідненій паливно-повітряній суміші. На середніх оборотах фази газорозподіли змінюються так, щоб одержати максимальний момент, що крутить. Ну, а коли обороти двигуна високі, система вважає, що вже не до економії, головне - одержати максимальну потужність.

Система VTEC установлюється на трьох 16-клапанних двигунах Honda: 1,6-літровий із двома розподільчими валами (самий потужний, саме він встановлений на **Civic VTi** - DOHC), 1,6-літровий одновальний (SOHC VTEC) і 1,5-літровий також з одним розподільчим валом (SOHC VTEC-E, 3-stage VTEC). Останній примітний тим, що в ньому на низьких оборотах із двох впускних клапанів відкривається лише один. Тим самим досягається значна економія, результат якої - 6,7 літра бензину на 100 кілометрів на "міському циклі".

## Опис різних систем VTEC

Усього на даний момент існують чотири різні системи: DOHC VTEC, SOHC VTEC, VTEC-E і 3-stage VTEC, але загальний принцип у них однаковий: використання для конкретного клапана різних по профілі кулачків для різних режимів роботи, шляхом замикання рокерів або коромисел невеликим стержнем, що зрушується тиском оливи. Як видно, система дуже проста і надійна.

## Система DOHC VTEC

Можливо це звучить дивно, але система VTEC придумана і реалізована більше десяти років тому. У квітні 1989 року в Японії було представлено нове покоління автомобіля Honda Integra, на деяких модифікаціях якого (XSi, RSi, кузова E-DA6, E-DA6) стояв дивовижніший двигун DOHC, що видавав 100 без наддувних к. с. з одного літра робочого об’єму, але при цьому відрізнявся гарною тягою на низах, паливною економічністю й екологічною чистотою. Це був легендарний B16A, по істині фантастичний двигун, що з невеликими змінами випускається і донині. На цьому двигуні встановлена DOHC VTEC система, особливостями якої є наступне:

Два розподільчих вала, 4 клапани на циліндр.

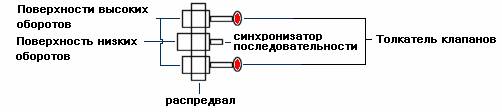
Використання рокерів.

На кожні два клапани приходиться три кулачки на розподільному валі.

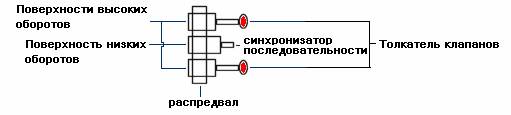
Система VTEC використовується на обох розподільчих вала, як впускному, так і випускному.

Система DOHC VTEC має два режими. У звичайному кожен клапан керується своїм кулачком (це зовнішні кулачки в кожній трійці), а в режимі максимальної потужності обидва клапани керуються одним центральним кулачком. Основне призначення системи DOHC VTEC - дуже висока питома потужність (до 100 к. с. /л і більше) і гарна при цьому тяга на низах.

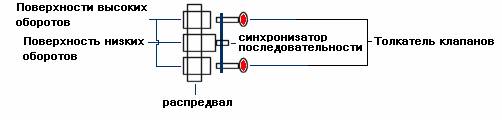
Подивимося, як працює DOHC VTEC. Малюнок показує спрощене представлення впускного клапана VTEC (робота випускних клапанів аналогічна). Так для кожної пари клапанів, є три виступи під кулачки. Два на зовнішній стороні - низькооборотні, а той, що в середині - високооборотний. Два низькооборотних кулачки пускають у хід два штовхача клапанів, що у свою чергу штовхають клапани. Високооборотний ковпачок пускає в хід „послідовник”, що схожий за формою на штовхач, але не пускає в хід ніякий клапан. Малюнки показують круглу секцію кулачків, що стосуються штовхача й еліптичну секцію, що не вказує нікуди. Таким чином на цій стадії клапани закриті.



Під час роботи на низьких оборотах, два зовнішніх кулачки безпосередньо пускають у хід два штовхача. Ці низкооборотні кулачки оптимізовані для плавного прийому і низької витрати палива. Високооборотний кулачок пускає в хід послідовник. Але так як послідовник не зв'язаний ні з чим, то це ні до чого не приводить. Цей процес ілюстрований малюнком.



На високих оборотах, масляний тиск висуває вісь рокерів через штовхачі і „послідовник", зв'язуючи ці три частини воєдино. А так як високооборотний кулачок виштовхує сильніше, ніж низкооборотний, два штовхача тепер прямують за профілем високооборотного кулачка. Профіль высокооборотного кулачка розроблений так, щоб відкривати клапани ширше і на більш тривалий час, у такий спосіб дозволяючи більшій кількості суміші ввійти в циліндр.



Так працює VTEC. Малюнок - зображення фактичного DOHC VTEC двигуна. Зверніть увагу, що є два розподільчих вала, один для впускних клапанів і один для випускних. Для кожної пари клапанів є три контури кулачка: два контури кулачка на зовнішній стороні й одним контуром кулачка в середині.

## Система SOHC VTEC

Ця система з'явилася трохи пізніше. Один з перших двигунів, що використовують SOHC VTEC став обновлений 'дідок' D15B з 130 к. с., 1,5 л, що встановлювався з 1991 року на Honda Civic. Відмінні риси цієї системи:

Один розподільчий вал, 4 клапани на циліндр.

Використовуються роликові коромисла.

На кожні два впускних клапани приходиться три кулачки.

Система VTEC використовується тільки для впускних клапанів.

Провід для свічі проходить між коромислами випускних клапанів.

Система SOHC VTEC має два режими роботи, аналогічних режимам DOHC VTEC. Може показатися, що SOHC VTEC гірше, ніж DOHC VTEC. Це не так, SOHC VTEC має деякі переваги, такі як простота конструкції, менша ширина двигуна, менша вага, можливість відносно легко використовувати неї на двигунах попереднього покоління (D15B, ZC/D16A). Призначення SOHC VTEC звичайно таке ж як і в DOHC VTEC, але не стільки сильно виражене, а для слабофоpсованих двигунів - згладжування кривої крутного моменту.

## Система SOHC VTEC-E

Дана система з’явилась одночасно з SOHC VTEC і схожа з нею по деяким конструктивним особливостями, ця система проте використовується для інших цілей. Для того, щоб зрозуміти яким, розглянемо особливості:

Один розподільчий вал, 4 клапани на циліндр.

Використовуються роликові коромисла.

На кожні два впускних клапани приходиться два кулачки, один із яких являє собою просте кільце.

Аналогічно SOHC VTEC.

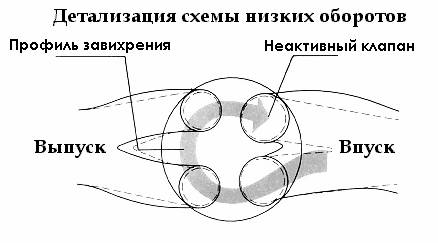
Аналогічно SOHC VTEC.

SOHC VTEC-E також має два режими роботи. При невеликих оборотах обоє впускних клапана керуються своїми кулачками, але оскільки один з цих кулачків є кільцем, реально працює тільки другий клапан. Плюс за рахунок несиметричності потоку пальної суміші, що надходить, (один клапан закритий, а другий відкритий) виникають завихрення, що дозволяють працювати на досить бідній суміші. При збільшенні оборотів спрацьовує система VTEC і обидва клапани починають керуватися одним нормальним кулачком. Основна мета застосування подібної система - помітне зниження витрати палива і поліпшення екологічних показань. Варто також врахувати, що питома потужність двигунів з SOHC VTEC-E може виявитися менше аналогічних двигунів навіть без системи VTEC.

VTEC-E - завихрення на звичайному VTEC механізмі. Тоді як задача VTEC - витяг потужності на високих оборотах при збереженні плавності на низьких, VTEC-E - це надзвичайно бідна паливно-повітряна суміш на низьких оборотах, для збільшення економічності. Іншими словами, технологія VTEC використовується, щоб оптимізувати протилежні кінці діапазону оборотів різними способами

Паливо змішується з повітрям і потім спалахує в циліндрах для одержання крутного моменту. Який ми отримаємо момент в підсумку безпосередньо залежить від того, у якому співвідношенні і наскільки добре паливо і повітря змішані. Менша кількість палива при більшій кількості повітря називається "збідненою" сумішшю, в іншому випадку "збагаченою". На низьких оборотах впуск звичайного двигуна проходить на невеликій швидкості, через що паливо і повітря не дуже добре перемішуються. Щоб компенсувати неоптимальне змішування для підтримки плавності роботи, необхідна злегка збагачена суміш (тобто більша витрата палива). VTEC-E штучно збільшує швидкість впуску, створюючи циркулюючий ефект усередині циліндра. Це дозволяє паливу і повітрю краще перемішуватися, і, отже, використовувати суміш бідніше, ніж звичайно. Результат цього - велика економія палива при роботі на низьких оборотах. Тепер розглянемо, як працює VTEC-E докладніше.

На відміну від звичайних механізмів VTEC, у двигуні VTEC-E немає ніяких додаткових кулачків. Так що кожна пара клапанів працює від двох кулачків. Так як VTEC-E просто збільшує швидкість впуску на низьких оборотах, те цей механізм торкається тільки дії впускних клапанів. VTEC-E застосовується тільки в SOHC двигунах через його задачу, спрямовану тільки на економічність. Усе це означає, що ми тільки повинні розглянути два впускних кулачки і зв'язані з ними штовхачі і клапани, щоб одержати повне розуміння VTEC-E.



Стандартний не-VTEC-E двигун звичайно має єдиний кулачок для впускних клапанів. Двигун VTEC-E має два різних впускних кулачки. На низьких оборотах кожен впускний клапан працює від свого власного кулачка. Один із профілів кулачка впуску виглядає зовсім стандартно. Але інший - майже зовсім круглий, з таким профілем, що клапан висувається рівно настільки, щоб уникнути скупчення палива над клапаном. Тому при низьких оборотах тільки один впускний клапан відкривається і закривається. Більшість вхідних сумішей проходить через цей клапан, що приводить до гарного циркулюючого ефекту в циліндрі. Циркулюючий ефект оптимізує повітряну паливну суміш, у такий спосіб дозволяючи використовувати дуже бідну суміш.

При збільшенні оборотів вимога до кількості суміші росте. Як тільки досягається деяке значення оборотів (приблизно 2500 для Civic HX), конфігурація з одним впускним клапаном починає істотно обмежувати впуск. У цей час, тверда шпилька з'єднує два впускних клапани, таким чином, зв'язуючи них в одне ціле. Це змушує обидва впускні клапани відкриватися і закриватися відповідно до звичайного профілю кулачка, у той час як майже круглий профіль кулачка більше не використовується.

VTEC-E іноді плутають з іншими, оптимізуючими під високі обороти, варіантами VTEC. І для цього є деякі підстави: тільки один впускний клапан використовується на низьких оборотах, один профіль кулачка зроблений так, щоб клапан відкривався більше і на більш тривалий час, ніби використовуються обоє впускних клапана. На більш високих оборотах, обидва клапани прямують за цим тим же самим контуром кулачка, так що вони обоє відкриті сильніше і на більш тривалий час. Це веде до деякої оптимізації роботи впуску на високих оборотах, у порівнянні з не-VTEC-E двигунами і, таким чином, небагато збільшує потужність. Це ілюструють двигуни Civic DX і Civic HX. Ці два двигуни практично однакові, але в Civic HX двигун VTEC-E. Civic HX VTEC-E видає 115л. с., проти 106л. с. у Civic DX. Так що Civic HX має велику потужність на додаток до кращої економічності. Але не проте, VTEC-E розроблений з первинною метою досягти економічності, але не потужності.

## Система 3-stage SOHC VTEC

Ця система з'явилася в 1995 році на двигуні D15B, що встановлюється на Honda Civic. Вона являє собою об'єднань двох діаметрально протилежних по призначенню систем: SOHC VTEC і SOHC VTEC-E. Відмінні риси:

Один розподільчий вал, 4 клапани на циліндр.

Використовуються коромисла.

На кожні два впускних клапани приходиться три кулачки, один із яких як і в SOHC VTEC-E являє собою кільце.

Аналогічно SOHC VTEC, SOHC VTEC-E.

Аналогічно SOHC VTEC, SOHC VTEC-E.

Як видно з назви, 3-stage SOHC VTEC має три режими роботи. Перший режим аналогічний першому режимові SOHC VTEC-E. В другому режимі, також як у SOHC VTEC-E, обидва клапани керуються нормальним крайнім кулачком. А при переході до третього режиму, режимові максимальної потужності, обидва клапани керуються одним високим центральним кулачком. Ця система по призначенню досить універсальна, так, наприклад, згаданий двигун D15B з нею має дуже непогану питому потужність (130/1.5=86. (6) к. с. /л), але при цьому, якщо двигун працює в першому, економічному 12v режимі, про що свідчить загоряння індикатора 'ECONO' на приладовій панелі **Honda Civic**, витрата при русі з постійною швидкістю 60 км/год складає близько 3.5 л на 100 км.