

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

У статті приведено газорозподільний механізм із пристроєм зміни величини ходу клапанів під час роботи двигуна внутрішнього згоряння

Ключові слова: механізм газорозподілу, клапан, гідрокомпенсатор, відключення циліндрів, зміна фаз газорозподілу.

Постановка проблеми. Сучасні вимоги норм токсичності й необхідність економії палива передбачають від автомобілебудівників використання у двигунах внутрішнього згоряння нових механізмів і систем або пристроїв, які полегшують роботу двигуна і забезпечують необхідний рівень його параметрів.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми й на які спирається автор, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Для розв'язання вказаної проблеми визначимось із об'єктом дослідження у двигуні внутрішнього згоряння. Це газорозподільний механізм (ГРМ), який забезпечує періодичність зміни робочого тіла вчасним наповненням циліндра свіжим зарядом та його очищенням від відпрацьованих газів. Для надійної роботи газорозподільний механізм повинен бути легкий і малогабаритний, простий за конструкцією, довговічний, забезпечувати мінімальні втрати на тертя рухомих поверхонь та мінімальні втрати енергії на його привід.

Аналіз останніх тенденцій свідчить про розповсюдження багато-клапанних конструкцій ГРМ. Фірма *Mercedes-Benz* установлює два впускних клапани та один випускний клапан, фірми *Volkswagen*, *Audi*, *Yamaha* п'ять клапанів. Існують двигуни із більшою кількістю клапанів (шість, сім). Перспективні екологічні стандарти і бажання економії пального змушують використовувати складні системи зміни фаз газорозподілу, відключення циліндрів й ін.

Але найбільш ефективним вважається керування та контроль роботи кожного окремого клапана електромагнітним соленоїдом для надійної роботи якого транспортний засіб повинен бути із 42-вольтовим електрообладнанням.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є створення такого механізму газорозподілу, який забезпечить більш якісний газообмін для зменшення шкідливих викидів і перевитрат палива та нескладний у виготовленні й надійний у роботі.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Для виконання задачі розглянемо деякі пристрої, що монтуються із механізмом газорозподілу на сучасних двигунах внутрішнього згоряння для знаходження рішення.

1. При роботі ДВЗ деталі ГРМ унаслідок нагрівання розширюються. Це може призвести до нещільного закриття клапанів. Для запобігання цьому в приводі передбачають тепловий проміжок, який потрібно регулювати у процесі експлуатації. Звісно, зі збільшенням числа клапанів підвищується трудомісткість роботи. Для роботи ДВЗ з нульовим проміжком при забезпеченні щільного закриття клапанів використовують гідравлічні компенсатори проміжку. Гідрокомпенсатори можуть застосовуватися у ролі штовхачів (гідроштовхачі), опор (гідроопори) або елементів коромисла (рис. 1, 2).

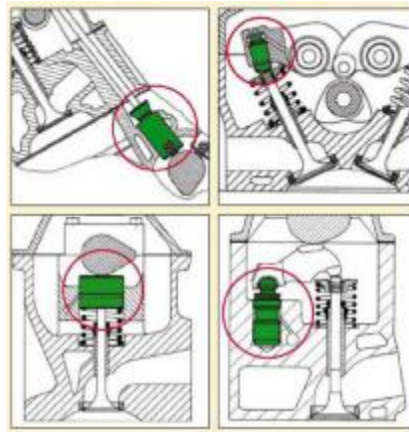


Рис. 1. Варіанти встановлення гідравлічних компенсаторів проміжку



Рис. 2. Типи гідравлічних компенсаторів проміжку: *a* – гідроштовхач;
б – гідроопора;

в – гідроопора у коромислі; *г* – роликівий гідроштовхач

2. Одним з найефективніших засобів економії палива є відключення циліндрів при роботі двигуна. Його застосовують у багатоциліндрових ДВЗ (від 6 до 12 циліндрів), відключаючи частину циліндрів при неповних навантаженнях. Такий спосіб допомагає знизити витрату палива бензиновим поршневим двигуном до 25%, дизелем – до 15%.

Запас потужності двигунів V6, V8 або V12 такий, що при русі з постійною швидкістю в середньому вони працюють тільки на 25% своєї потужності. При цьому наявність опору у вигляді дросельної заслінки приводить до часткового наповнення циліндрів свіжим зарядом та малого ККД.

2.1. Систему під назвою *Multi-Displacement System (MDS)* розробила фірма *Chrysler* для двигуна *HEMI V-8* (2005 р.). Принцип її роботи такий: під час пуску ДВЗ і його прогрівання електронний блок керування «оцінює» реальне навантаження. Якщо мотор не навантажений, електроніка припиняє подачу палива в чотири циліндри з восьми. Одночасно включаються соленоїди, які дозволяють маслу із системи змащення надходити до штовхачів. Штовхачі (рис. 3.) з гідрокомпенсаторами вирізняються тим, що плунжер з'єднується з корпусом через поршень-фіксатор (рис. 4.), що під дією пружини поперечно розташований у штовхачі. Коли соленоїди відкривають подачу масла, масло давить на поршень-фіксатор, стискаючи пружину. Поршень переміщається та роз'єднує плунжер і корпус. Клапан відключається.



Рис. 3. Розподільний вал та штовхачі двигуна *Chrysler Hemi*



Рис. 4. Конструкція штовхача з відключенням двигуна *Chrysler Hemi*

2.2. Технологію відключення окремих циліндрів використовує *Mercedes-Benz* на V12 об'ємом 6,0 л та V8 об'ємом 5,0 л. Цей варіант застосовує коромисла, що складаються з двох частин (рис. 5), які з'єднані між собою маленьким поршнем-фіксатором. Коли система спрацьовує, на поршень під тиском подається масло. Фіксатор, переборюючи опір зворотної пружини, зміщується вбік, чим розривається твердий зв'язок між частинами коромисла. Частина коромисла, що контактує з кулачком, продовжує рухатися, але друга частина зупиняється й не передає зусилля на клапан. Підключення клапана до роботи відбувається, коли знімається тиск масла на поршень-фіксатор. Під дією пружини він повертається на місце, знову з'єднуючи коромисла в єдине ціле. Робота клапанів відновлюється, а комп'ютер дає команду на подачу палива до циліндрів.

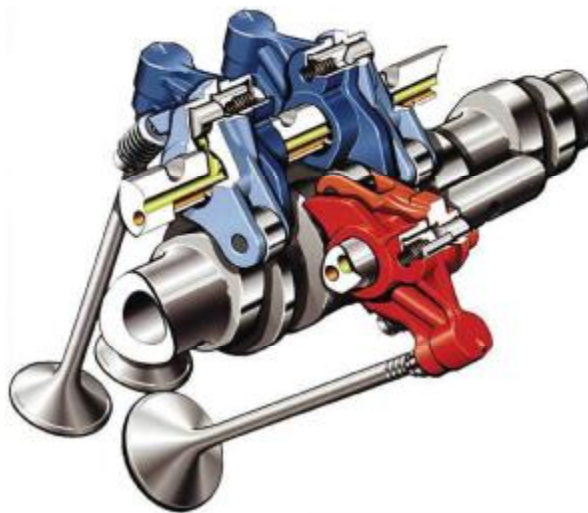


Рис. 5. Механізм відключення клапанів *Mercedes-Benz S500* зі складеними коромислами

2.3. Фірмою *Honda* розроблено ДВЗ V6 із системою *Variable Cylinder Management*. Працює вона у такий спосіб: при низькому навантаженні процесор керування відключає три з шести циліндрів (один ряд); їхні клапани залишаються закритими, циліндри не працюють. ДВЗ оснащений двома розподільними валами – по одному в кожній головці блока (при 4

клапанах на циліндр). Клапани приводяться в рух коромислами, у які вбудовано (у головці одного ряду циліндрів) механізми гідроблокування. Залежно від положення поршеньків коромисла або жорстко блоковані (клапани працюють), або «ламаються» (клапани відключені).

3. Оскільки при збільшенні частоти обертання тривалість відкриття впускного клапана зменшується, очевидно, що для кожного швидкісного режиму роботи оптимальні фази газорозподілу відрізняються. Тому деякі фірми виробляють ДВЗ зі змінними фазами газорозподілу. Вони дозволяють змінювати тривалість перекриття клапанів, але не змінюють період знаходження клапанів у відкритому стані.

3.1. Механізм *VANOS (Variable Nockenwellen Steuerung)* зі зміною фаз упускних клапанів розроблено фірмою *BMW* (у 1998 р.). Механічна частина являла собою дві шестерні зі спіральними зубцями: одна (зі зовнішніми зубцями) з'єднана з розподільним валом, інша (з внутрішніми зубцями) – із зірочкою приводу ГРМ. Привід механізму – гідравлічний (рис. 6), при його включенні масло каналами надходить до механізму і, діючи на шестерню розподільного вала, повертає його відносно шестерні зірочки. Повертання до вихідного стану здійснюється пружиною. Процес повороту займає не більше ніж чверть секунди.

3.2. Фірмою *BMW* (2001 р.) представлено систему *Valvetronic*, яка постійно змінювала величину ходу впускних клапанів від 0 до 9,7 мм. Механічна частина складається (рис. 7) з додаткового вала з ексцентриками та додаткових важелів між кулачками та коромислами.

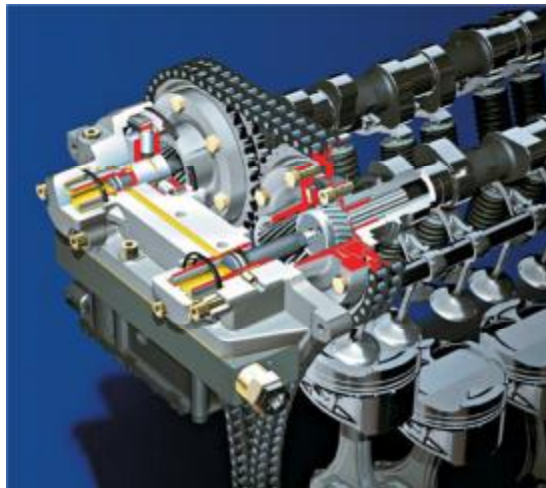


Рис. 6. Механізм *BMW VANOS*

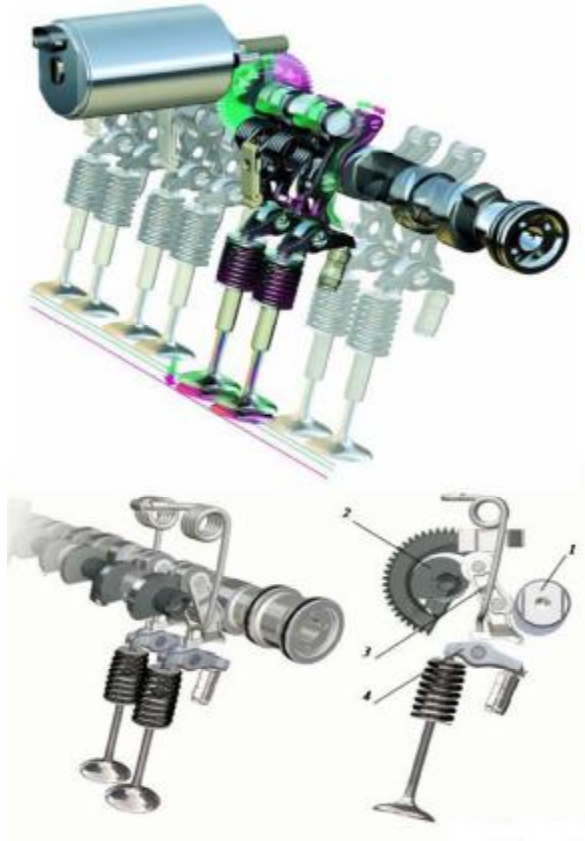


Рис. 7. Система *BMW Valvetronic*

1 – кулачок; *2* – ексцентрик; *3* – додатковий важіль; *4* – коромисло

Електропривід повертає вал з ексцентриками, які змінюють кутове положення нижньої робочої частини додаткового важеля. Важіль, на середній ролик якого діє кулачок, змінює хід коромисла і відповідно хід клапана. При малому ході клапана зменшуються втрати на газообмін, збільшується швидкість протікання повітря крізь клапанну щілину до критичної. Дросельна заслінка у такій системі не потрібна. Її встановлюють лише на випадок відмови системи керування ходом клапанів. Недоліком систем *Valvetronic* і *VANOS* є їхня вартість (до 10% вартості всього ДВЗ).

3.3. Іншим засобом зміни фаз є зміни довжини ведучої ланки ланцюга натягувальним роликом. Таку систему *VarioCam Plus* розроблено фірмою *Porsche* (рис. 8), яка вже використовує провертання розподільного вала та зміну величини підйому клапанів. Остання реалізується за допомогою трьох кулачків, один з яких (центральний) має малий хід (3 мм), два інші – великий (10 мм). Перемикання здійснюється блокуванням фіксаторів у штовхачі. За відсутності блокування привід здійснюється через центральний штовхач, а периферійний (зовнішній) буде рухатися без зв'язку з клапаном. При блокуванні привід здійснюється через зовнішній штовхач.

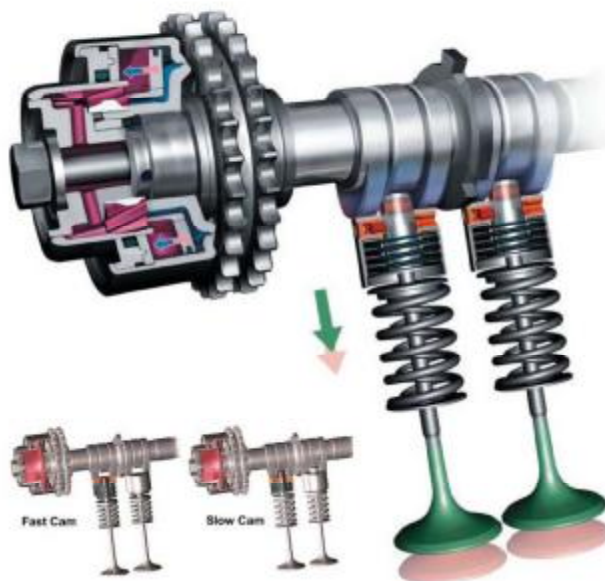


Рис. 8. Система Porsche Vario Cam Plus

До розглянутих способів регулювання ходу клапана можна додати ще один механізм, принцип дії якого викладено далі.

Принцип дії. В механізм газорозподілу вмонтовується пристрій між кулачком розподільного вала і клапаном (рис. 9).

Принци роботи. При роботі двигуна із системи змащення безупинно надходить масло у внутрішню порожнину пристрою. Кулачок штовхає поршень 1, який через масло передає зусилля поршню 2, клапан під його дією переміщується і відкриває впускний колектор для надходження свіжого заряду в циліндр двигуна. Щоб зменшити хід впускного клапана здійснюється скидання залишкової кількості масла через витратний клапан, уключення якого відбувається соленоїдом. Робота соленоїда керується електронним блоком, який у свою чергу, отримує дані від змін навантаження двигуна. Масло витрачається із порожнини витратним клапаном та поповнюється тиском із системи змащення двигуна, що дозволяє змінювати хід впускного клапана від його максимального ходу й до нульового значення.

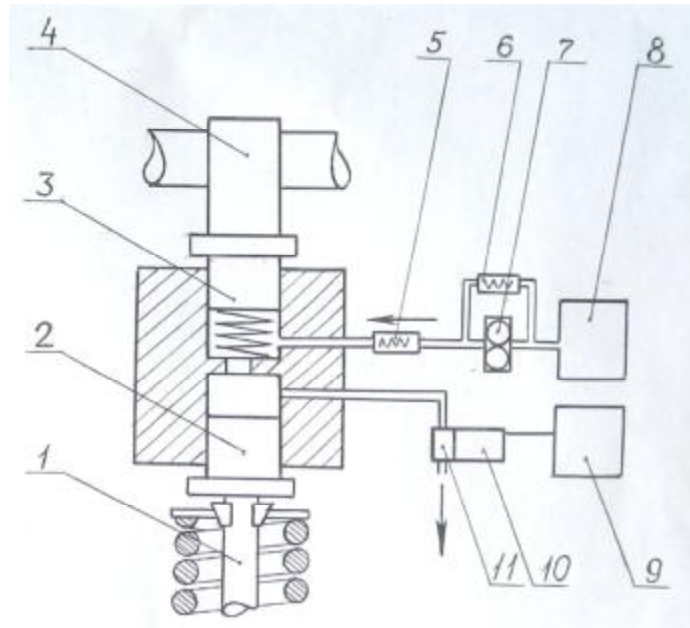


Рис. 9. Механізм зміни ходу клапана:

1 – клапан; 2 – нижній поршень; 3 – верхній поршень; 4 – кулачок газорозподільного вала; 5 – зворотний клапан; 6 – редукційний клапан; 7 – масляний насос; 8 – система змащення двигуна; 9 – електронний блок керування; 10 – соленоїд; 11 – клапан скидання залишкового масла

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі. Запровадження пристрою дасть можливість регулювати хід клапана від нульового до максимального значення залежно від навантаження та режимів роботи двигуна. З такою схемою газорозподільного механізму забезпечується нульовий тепловий проміжок, можливість повністю відключати клапан або змінювати фази його роботи. Пристрій допомагає оптимізувати процеси газообміну з метою поліпшення економічних й екологічних показників роботи двигуна внутрішнього згорання.

Література

1. Кисликов В.Ф. *Будова й експлуатація автомобілів: підручник* / В.Ф. Кисликов. – К.: Либідь, 2000. – 400 с.
2. Говорущенко Н.Я. *Техническая кибернетика транспорта* / Н. Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 272 с.
3. Карагодин В.И. *Ремонт автомобилей и двигателей* / В.И. Карагодин. – М.: Академия, 2002. – 496 с.
4. Сажко В.А. *Електричне та електронне обладнання автомобілів* / В.А. Сажко. – К.: Каравела, 2004. – 304 с.
5. Бажинев А.В. *Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя* / А.В. Бажинев. – Х.: ХГАДТУ, 2001.

6. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-Р, 2001. – 272 с.
7. Родичев В.А. Грузовые автомобили / В.А. Родичев. – М.: Академия, 2002. – 256 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування й ремонт автомобілів: підручник / О.А. Лудченко – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
9. Лудченко О.А. Технічна експлуатація й обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
10. Туревский И.С. Электрооборудование автомобилей: учеб. пособие / И.С. Туревский. – М.: Форум – Инфра-М, 2003. – 368 с.
11. Сирота В.І. Основи конструкції автомобілів / В.І. Сирота – К.: Аристей, 2005. – 280 с.
12. Вишневецкий Ю.Т. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / Ю.Т. Вишневецкий. – М.: Дашков и К, 2006. – 380 с.
13. Джениэлс Дж. Современные автомобильные технологии. – М.: ООО «Издательство АСТ», ООО «Издательство Астрель», 2003. – 223 с.
14. Гладов Г.И., Петренко А.М. Легковые автомобили отечественного и иностранного производства (Новые системы и механизмы): Устройство и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 2002. – 183 с.
15. Автомобильный справочник: Пер с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
16. Холдерман Джеймс Д., Митчелл, Чейз Д.-мл. Автомобильные двигатели: теория и техническое обслуживание, 4-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 664 с.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© М. В. Шипунов

УДК 62-747:621.43

*Н.В. Шипунов, ст. преподаватель
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В статье представлен газораспределительный механизм с устройством смены величины хода клапанов во время работы двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: *механизм газораспределения, клапан, гидрокомпенсатор, отключение цилиндров, смена фаз газораспределения.*

UDC 62-747:621.43

*N. V. Shipunov, Senior Lecturer
Poltava national technical University named after Yuri Kondratyuk*

OPTIMIZE THE OPERATION TIMING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

The article provides gas distribution mechanism with the device changes the stroke valves during engine combustion.

Keywords: *mehanizm timing, valve, lifters, cylinder cut, change of timing.*