

ОБЗОР НА СИСТЕМИТЕ VARIABLE TIMING CAMSHAFT И VARIABLE VALVE TIMING ПРИ АВТОМОБИЛИ ПЕЖО И СИТРОЕН

Емил Богословов, Магдалена Дюлгерова, Димитър Дойчев

Секция "Машиностроене и транспорт", Технически колеж, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“, 8000 Бургас, България, e-mail: ebogoslovov@gmail.com

AN OVERVIEW OF THE SYSTEMS VARIABLE TIMING CAMSHAFT (VTC) AND VARIABLE VALVE TIMING (VVT) USED IN PEUGEOT AND CITROEN VEHICLES

Emil Bogoslovov, Magdalena Dyulgerova, Dimitar Doichev

Technical college, University "Prof. d-r Asen Zlatarov", 8000 Burgas, Bulgaria, e-mail: ebogoslovov@gmail.com

ABSTRACT

The paper examines the need to use a system to phase timing by relative rotation of the intake (exhaust) camshaft to its drive gear using hydraulic actuators. The principle of operation of the systems and the features of their construction and management are illustrated by schemes, by which operate the engines of Peugeot and Citroen vehicles.

Key words: *Variable timing camshaft; Variable valve timing; Camshaft dephaser; Electronic control; Hydraulic electrovalves.*

ВЪВЕДЕНИЕ

При конвенционалните ДВГ колянният и разпределителен вал са механично свързана двойка със зъбен ремък или верига, като взаимното им разположение е фиксирано и по този начин имат постоянни фази на газоразпределение (ъгли на изпреварване на отварянето и закъснение на затварянето на клапаните спрямо съответните мъртви положения на буталото).

За оптимално протичане на процесите на пълнене на цилиндрите на ДВГ с прясно работно вещество и почистването им от продукти на горене в целия работен диапазон на ДВГ е необходимо фазите на газоразпределение да се изменят в зависимост от режима и условията на работа.

В съвременните двигатели се прилагат механични или електронни системи, които изменят фазите на газоразпределение: без изменение на закона за движение на клапаните (като ъгълът на отворено състояние и ходът на клапаните е постоянен) - чрез ъглово дефазиране на газоразпределителния вал спрямо колянния вал; с изменение на закона за движение на клапаните (ъгълът на отворено състояние и ходът на клапаните се променят).

При системите с ъглово дефазиране на гърбичния вал спрямо колянния вал се използват различни кинематични схеми, управляващи електромагнит или хидравличен изпълнителен механизъм.

Цел на изследването е сравнителен анализ на системите за ъглово дефазиране на гърбичния вал спрямо колянния вал с хидравличен изпълнителен механизъм в автомобили на концерн PSA.

ИЗЛОЖЕНИЕ

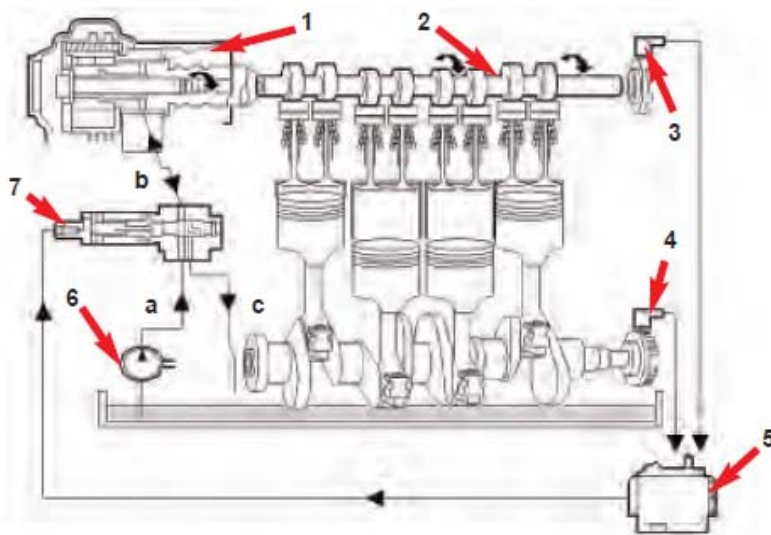
Дефазиране чрез намаляване на ъгъла на изпреварване на отварянето на смукателния клапан или липса на изпреварване е подходящо при работа на двигателя на сравнително ниска честота на въртене ($n \leq 2000 \text{ min}^{-1}$), а също така и при висока честота на въртене при ($n \approx 5000 \text{ min}^{-1}$). При ниска честота на въртене на колянния вал намаляване на ъгъла на изпреварване на отварянето на смукателния клапан води до понижаване количеството на отработени газове във всмукателния тръбопровод, което подобрява процеса на горене и

осигурява по-равномерен празен ход. По този начин могат да се намалят оборотите на празен ход, което се отразява благоприятно върху разхода на гориво. Този режим се характеризира с по-късно затваряне на всмукателните клапани след ДМТ, което подобрява пълненето при висока честота на въртене. Ефектът се дължи на допълнително напълване на цилиндъра по време на сгъстяването за сметка на високата скорост на постъпващото прясно работно вещество.

Дефазиране чрез увеличаване ъгъла на изпреварване на отварянето на смукателния клапан е подходящо при работа на двигателя на средна честота на въртене, тъй като предпазва от връщане на прясно работно вещество във всмукателния колектор по време на такта на сгъстяване, поради по-ранното затваряне на смукателните клапани. При този режим по-ранното отваряне на смукателните клапани води до проникване на част от отработените газове във всмукателния тръбопровод, след което те се засмукват отново и се увеличава количеството на остатъчни газове в сместа, намалява се температурата на горене и количеството на кислорода и от там се понижава съдържанието на азотни окиси – постига се ефект на рецикулация на отработените газове.

VTC

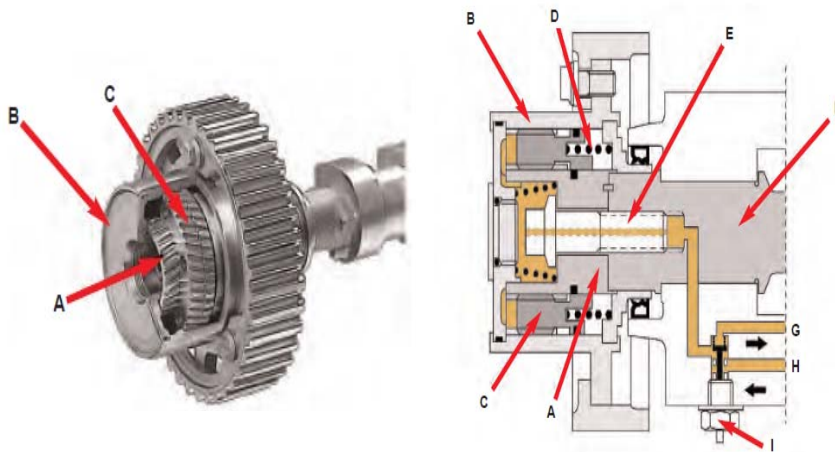
За относително завъртане на гърбичния вал, задействащ пълнителните клапани, спрямо задвижващото го зъбно колело при двигатели EW12E4 (вграждани в автомобили Peugeot 407 и 607) се използва хидравличен изпълнителен механизъм, вграден в зъбното колело на гърбичния вал. Системата е позната под името VTC (Variable Timing Camshaft). Електронният управляващ блок 5 контролира двупозиционен електромагнитен клапан 7 в зависимост от два основни параметри: честота на въртене и натоварване на двигателя (фиг.1).



Фиг. 1

1 – задвижващо зъбно колело с хидравличен изпълнителен механизъм; 2 – гърбичен вал; 3 – възприемател на положението на гърбичния вал; 4 – възприемател на честотата на въртене на двигателя; 5 – електронен управляващ блок; 6 – помпа за налягане на маслото; 7 – електромагнитен клапан; а – линия за високо налягане на маслото; б – линия за управление на системата VTC; с – линия за връщане на маслото.

Хидравличният механизъм, вграден в задвижващото зъбно колело, се състои от бутало С с външно и вътрешно изработени зъби. С вътрешно изработените зъби контактува със зъбно колело А, което е твърдо свързано с гърбичния вал. Отгоре върху буталото е монтиран затварящ цилиндър В с вътрешно изработени наклонени зъби (фиг. 2).

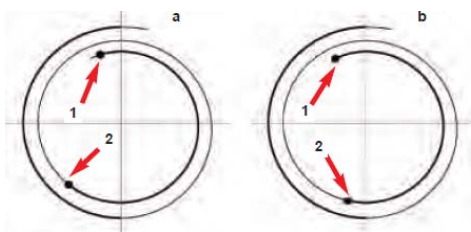


Фиг. 2

A - Цилиндър, свързан с разпределителния вал чрез кух болт; B – Външен цилиндър с вътрешно изработени зъби; C - междинно бутало с външно и вътрешно изработени зъби; D - възвратна пружина; E - кух болт; F - гърбичен вал; G - канал за връщане на маслото в картера; H - канал за хранване с масло; I - двупозиционен електромагнитен клапан

Изпреварване на разпределителния вал до 20 deg (кв) се извършва, като електронният блок подава напрежение към електромагнитния клапан I, при което маслото под налягане постъпва през кухия болт E към буталото C, което преодолява възвратната пружина D, завърта зъбно колело A и свързания с него гърбичен вал за по-ранно отваряне на смукателните клапани. При наличие на налягане се извършва дефазиране (фиг. 3b).

При спиране на двигателя електронния блок изключва хранването към електромагнитния клапан (I), което прекратява подаването на масло към буталото (C) и пропуска маслото към картера. Под действие на възвратната пружина (D) буталото се измества и завърта цилиндъра (A) и свързания с него разпределителен вал в положение на възможно най-късно отваряне и затваряне на всмукателния клапан (фиг. 3a).



Фиг. 3

Системата VTC не се активира ако:

- Температурата на маслото е по-ниска от 40° C;
- Температурата на маслото е по-висока от 140° C;
- Честотата на въртене на двигателя е по-висока от 4300 min⁻¹

VVT

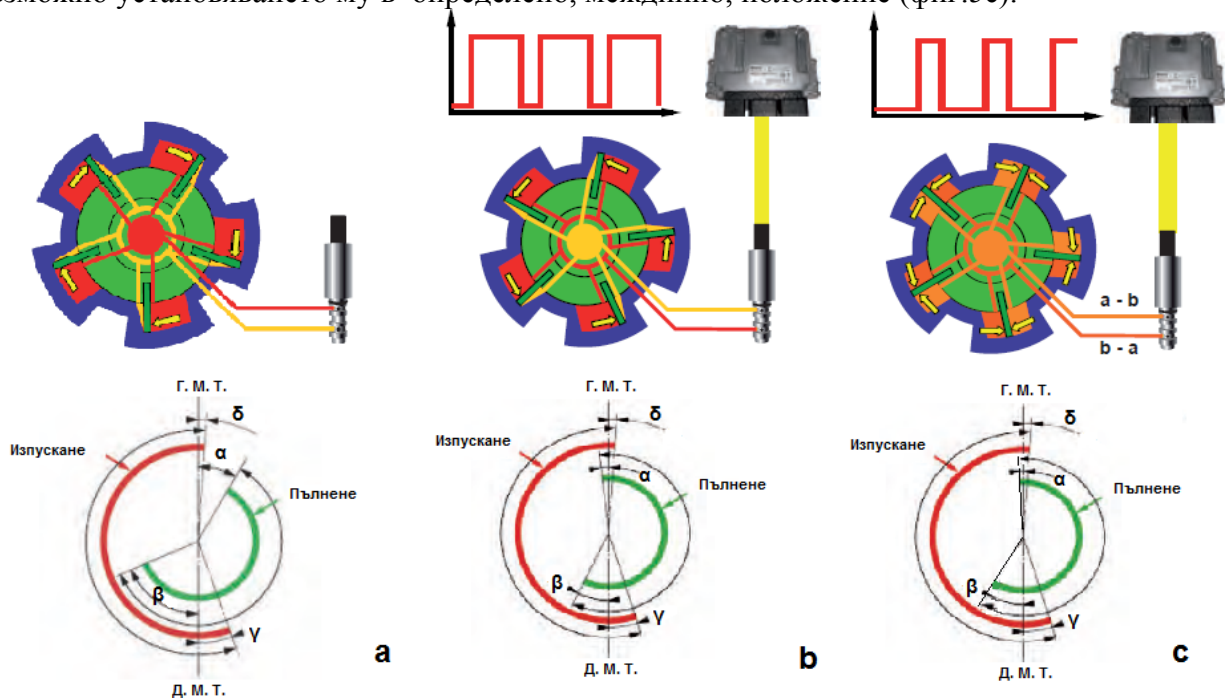
При двигатели EP6DT и EP6DTS, монтирани на автомобили Peugeot 207, се използва усъвършенствана система за безстепенно управление на фазите на газоразпределение с хидравлично управление - VVT (Variable Valve Timing). В нея буталото C от системата VTC (фиг.2) е заменено от главина 3 с пет лопатки 4, закрепена с болт 5 към разпределителния вал (фиг.4). Системата наподобява и работи като хидродвигател и е поместена в задвижващата зъбна ролка 1 (фиг.4).



1 – задвижваща ролка; 2 – помпени камери; 3 – главина; 4 – лопатки; 5 – болт

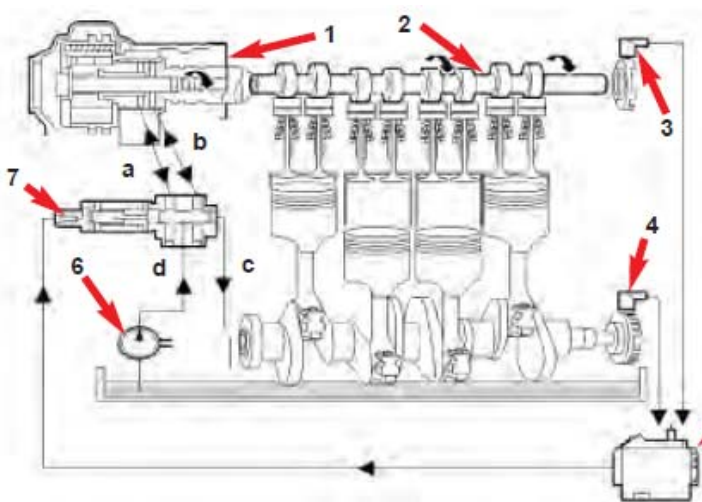
Фиг. 4

Докато при системата VTC разпределението на маслото от предната и задната страна на буталото се контролира от двупозиционен електромагнитен клапан, то разпределението на маслото в петте камери, от едната или другата страна на лопатките, при VVT се извършва от пропорционален електромагнит. Разликата в налягането от двете страни на лопатките завърта гърбичния вал спрямо задвижващата ролка и изменя фазите на газоразпределение. Освен фазите на максимално (фиг.5а) и минимално (фиг.5в) дефазирание на гърбичния вал е възможно установяването му в определено, междинно, положение (фиг.5с).



Фиг. 5

Електронният управляващ блок 5 контролира пропорционалния електромагнитен клапан 7 в зависимост от два основни параметъра - честотата на въртене и натоварването на двигателя (фиг. 6).

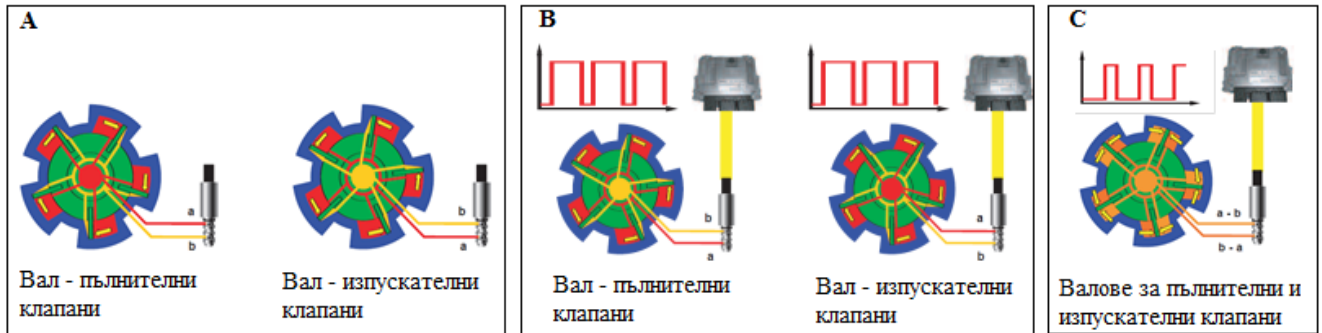


Фиг. 6

1 – задвижващо зъбно колело с хидравличен изпълнителен механизъм; 2 – гърбичен вал; 3 – възприемател на положението на гърбичния вал; 4 – възприемател на честотата на въртене на двигателя; 5 – електронен управляващ блок; 6 – помпа за налягане на маслото; 7 – електромагнитен клапан; а и b – линия за подаване /въртене на маслото; с - линия за въртене на маслото; d – линия за подаване на масло

При ниско налягане на маслото (под 0,5 bar) механизмът за изменение на фазите на газоразпределение се изключва, като се блокира с шифт.

При двигателите EP3 и EP6, съвместна разработка между PSA и BMW, освен дефазирание на гърбичния вал, задвижващ пълнителните клапани чрез VVT, се извършва и дефазирание на гърбичния вал, задвижващ изпускателните клапани. Освен това се изменя и ходът на пълнителните клапани чрез системата Valvetronic посредством електродвигател, управляван от самостоятелен електронен блок.



Фиг. 7

На фиг. 7А прекриването на пълнителните и изпускателни клапаните е минимално. При този режим липсва захранване на трипозиционния електромагнитен клапан, при което гърбичният вал, задвижващ пълнителните клапани, е с минимална дефазация, а валът, задвижващ изпускателните клапани, е с максимална – 30 deg (кв).

При подаване от управляващия блок на напрежение с указаната на фиг. 7В форма се постига максимална дефазация на гърбичния вал, задвижващ пълнителните клапани - 35 deg (кв) и минимална на вала, задвижващ изпускателните клапани. Прекриването на отвореното състояние на пълнителните и изпускателни клапани е максимално. При намаляване на коефициента на запълване на импулсите се постигат междинни стойности на дефазирание на гърбичните валове, задвижващи пълнителните и изпускателни клапани фиг. 7С.

Заклучение

Вграждането на системите VVC и VVT води до следните предимства:

- намален разход на гориво;
- намаляване на емисиите на HC, CO, NO_x ;
- подобряване работата на студен двигател и понижаване на минималната честота на въртене на празен ход;
- оптимизира се кривата на въртящия момент и мощността.

Максималният ъгъл на дефазирание на вала, задвижващ смукателните клапани при системата VVC, е 20 deg (кв). При системата VVT е 35 deg (кв) за пълнителните и 30 deg (кв) за вала, задвижващ изпускателните клапани. Освен по-големи ъгли на дефазирание системата VVT осигурява и междинни ъгли на дефазирание на двата вала, а не само гранични стойности, както е при системата VVC. Вследствие на тези конструктивни особености и усъвършенстване на управляващата система VVT осигурява по-добри показатели на работа на двигателите, в които се ползва. Комбинацията между системите VVT, Valvetronic, електронното управление на дроселовата клапа и статичната запалителна система осигурява на двигателите EP3 и EP6 покриване на изискванията на EURO 4 и EURO 5.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Димитров, П., 2007. Системи за управление на двигателите с вътрешно горене (Втора част), ИПК ТУ – София, 8-17
2. Gasoline-Engine Management, 2nd ed. 2004. Robert Bosch GmbH, Bentley Publ. USA, 52-54
3. <http://www.peugeot.com>