

STUDY ON THE EFFECT OF VALVE TIMING VARIATION, CAUSED DURING OPERATION, UPON THE INDEXES OF A DIESEL ENGINE

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗ ГАЗОРАЗРЕДЕЛЕНИЯ, ПРОИЗХОДЯЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ, НА ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ПРОМЕНИ ВЪВ ФАЗИТЕ НА ГАЗОРАЗРЕДЕЛЕНИЕ, ПРЕДИЗВИКАНИ В ПРОЦЕСА НА ЕКСПЛУАТАЦИЯ, ВЪРХУ ПОКАЗАТЕЛИТЕ НА ДИЗЕЛОВ ДВИГАТЕЛ

Dr. eng. Dimitrov E.
Technical University – Sofia, Bulgaria

Abstract: It has been made a comparison of the performance of diesel engine Volkswagen 1,9 for his work with valve timing ± 5 degrees of rotation the crankshaft offset from the factory settings.

KEYWORDS: VALVE TIMING, DIESEL ENGINE

1. Увод

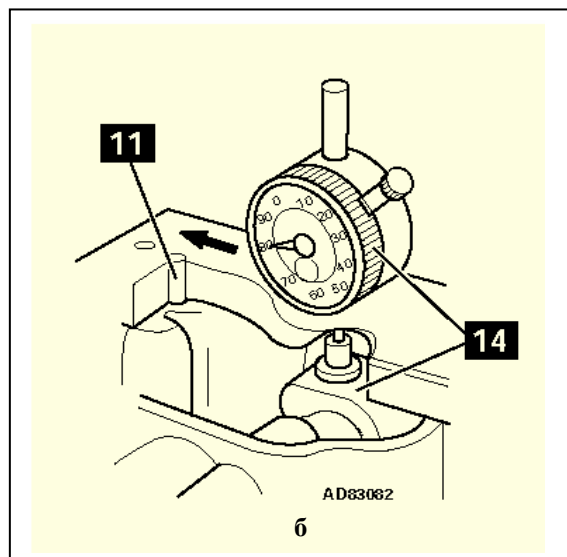
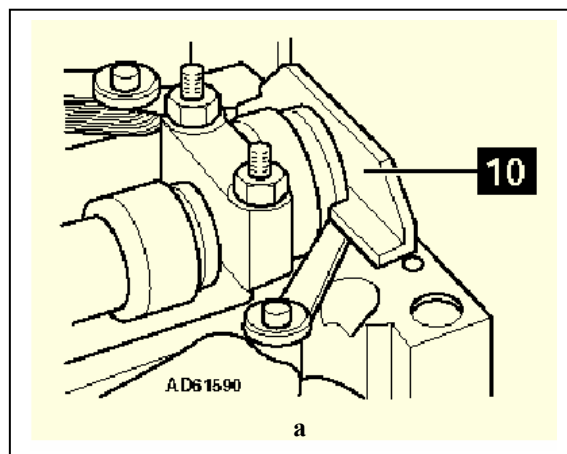
Горивният процес при буталните двигатели с вътрешно горене (ДВГ) не е непрекъснат, поради което за осъществяване на работния им цикъл е необходимо почистване на цилиндрите на двигателя от продуктите на горенето и запълването им с прясно работно вещество. Газообмените процеси, т.е тези, при които се осъществява смяната на работното вещество в цилиндъра на двигателя - изпускане и пълнене, оказват съществено влияние върху неговите ефективни показатели (мощностни, икономични и токсични), тъй като от тяхното съвършенство зависи: коефициентът на пълнене; степента на почистване на горивната камера от продуктите на горенето; механичните загуби на двигателя и др. Оптималното протичане на газообмените процеси е в пряка зависимост от фазите на газоразпределение, т.е. от ъгъла на завъртане на колянния вал, през който клапаните (пълнителен и изпускателен) се намират в отворено състояние, и моментите на тяхното отваряне и затваряне спрямо съответните мъртви положения на буталото.

Оптималните фази на газоразпределение се подбират от фирмата производител така, че в определен честотен диапазон на двигателя, в зависимост от неговото предназначение, да се постигне максимум на въртящия момент $(M_e)_{max}$ или ефективната мощност $(N_e)_{max}$, или минимум на специфичния разход на гориво $(g_e)_{min}$, при което се има предвид токсичността на отработилите газове и максималната им температура. Върху мощностните и икономичните показатели на двигателя влияние оказват изпреварването на отварянето на изпускателния клапан и закъснението на затварянето на пълнителния клапан [1], а върху токсичните му показатели – припокриването на фазите, което се получава вследствие на изпреварването на отварянето на пълнителния клапан и закъснението на затварянето на изпускателния клапан около горно мъртво положение на буталото в края на изпускането и началото на пълненето.

В процеса на експлоатация на двигателя отклонения от оптималните фази на газоразпределение най-често се получават вследствие на износване на елементи от кинематичната верига, осъществяваща връзката между колянния и газоразпределителния вал, а също така и в резултат на ремонтни операции, изискващи нейното разкъсване. Последното по-често се наблюдава при дизеловите двигатели, тъй като при някои от моделите (*Volkswagen*, *Opel*, *Ford*) положението на колелото, задвижващо газоразпределителния вал не е фиксирано еднозначно спрямо него, поради което правилното взаимно разположение на колянния и газоразпределителния вал се осъществява с помощта на специализирани инструменти и приспособления, както е показано на фиг. 1 - [2].

Извън специализираните сервиси, с такива инструменти и приспособления обикновено не се разполага, вследствие на което при извършване на ремонтни дейности и операции, свър-

зани с техническото обслужване на двигателя, често се наблюдават отклонения от правилното взаимно разположение на двата вала – колянния и газоразпределителния. Когато тези отклонения не са големи, това не води до загуба на работоспособност на двигателя (в резултат на контакт между буталата и клапаните), но предизвиква промяна на предписаните от производителя фази на газоразпределение, което е предпоставка за влошаване на ефективните му показатели.



Фиг. 1. Специализирани инструменти за фиксиране на положението на газоразпределителния вал при монтажа на зъбния ремък: а – двигател *Volkswagen* 1,9; б – двигател *Opel* 1,7

2. Цел на изследването

Във връзка с изложеното по-горе, целта на настоящото изследване е да се направи сравнение на мощностно-икономичните и токсичните показатели на дизелов двигател при работата му с различни фази на газоразпределение.

3. Обект на изследването и методика за провеждането му

За обект на изследването е избран дизелов двигател Volkswagen 1.9. При този двигател задвижването на газоразпределителния вал и горивонагнетателната помпа се (ГНП) се осъществява от зъбен ремък, свързващ ги в кинематична верига с коляновия вал на двигателя. Правилното взаимно разположение между коляновия и газоразпределителния вал, а следователно и предписаните от завода производител фази на газоразпределение, се постигат с помощта на приспособление – фиг. 1а, чрез което при монтажа на зъбния ремък се фиксира положението на газоразпределителния вал спрямо това на коляновия вал, когато буталата на първи и четвърти цилиндър на двигателя се намират в горно мъртво положение. При правилно взаимно разположение на двата вала ексцентричният прорез в задния край на газоразпределителния вал (от към маховика) е успореден на равнината на горната уплътнителна повърхност (към капака на клапаните) на цилиндровата глава, когато буталата на първи и четвърти цилиндър на двигателя се намират в горно мъртво положение.

При липса на специализирано приспособление (фиг. 1а) положението на газоразпределителния вал при монтажа на зъбния ремък се контролира визуално – по положението на ексцентричният прорез в задния му край, при което грешката, която може да бъде допусната е от порядъка на $\pm 2,5$ градуса по неговото завъртане. Това не води до загуба на работоспособност на двигателя, тъй като в указания интервал не се получава контакт между буталата и клапаните, но променя оптималните фази на газоразпределение.

Във връзка с изложеното по-горе, методиката за провеждане на изследването се свежда до сравнение на ефективните показатели на двигателя по товарни и външна честотна характеристики, снети при различни фази на газоразпределение.

От гледна точка на сравнимост на резултатите, съответните характеристики се снемат при:

- една и съща регулировка на горивната уредба (начален ъгъл на изпреварване на впръскването θ , максимално циклово количество гориво $Q_{ци}$ и налягане на отваряне на игления клапан на впръсквача $p_{вн}$) – според предписанията на фирмата производител;
- еднакво топлинно състояние (температура на охлаждащата течност $T_{от}$, и на маслото в картера $T_{м}$) на двигателя.

4. Резултати от изследването

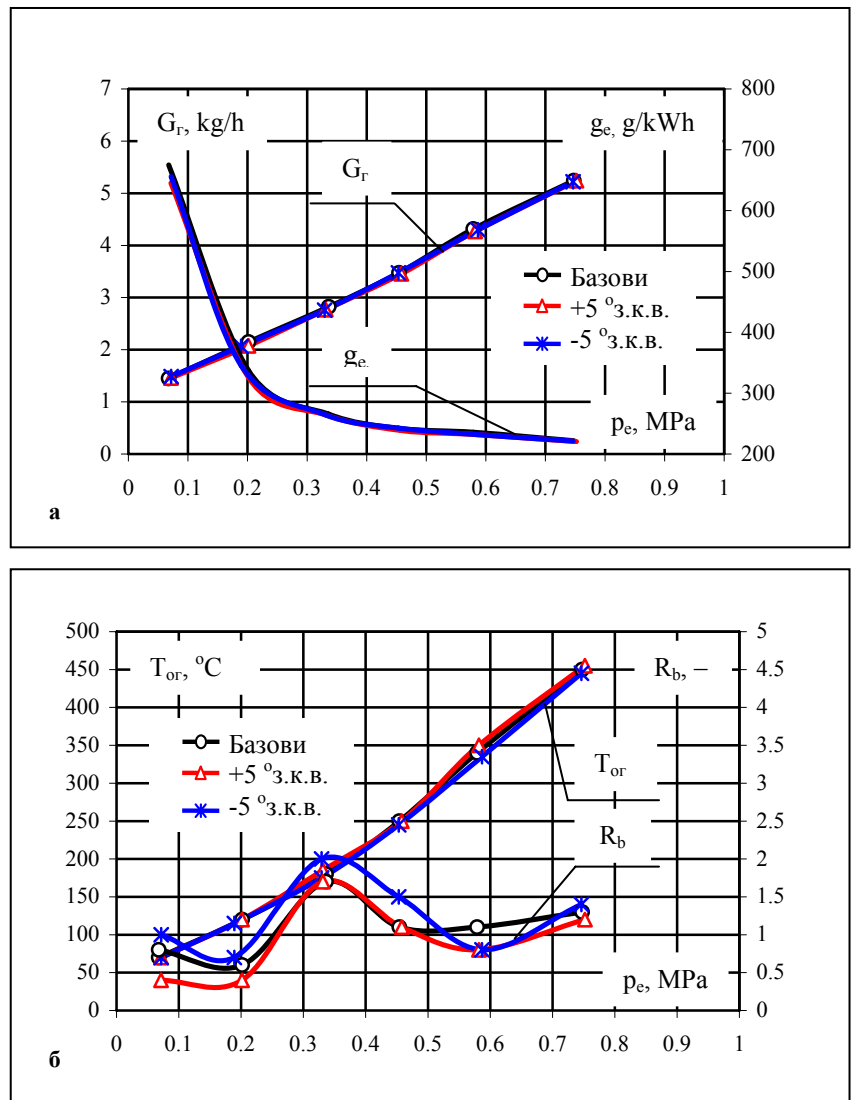
Изследването е проведено при три различни варианта на фазите на газоразпределение, които по-нататък в текста са означени както следва:

- *базови*, т.е. такива, каквито се получават при предписаното от производителя взаимно разположение на коляновия и газоразпределителния вал;

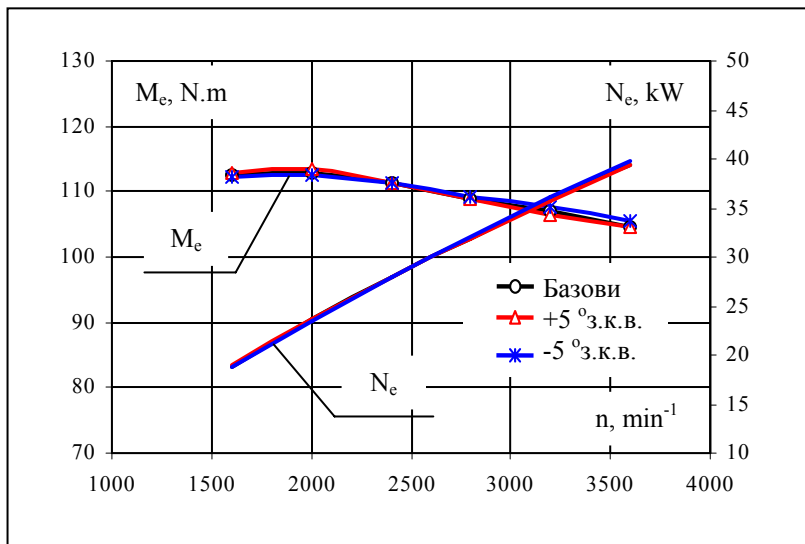
- $+5^\circ$ з.к.в. – дефазирани спрямо базовите на 5 градуса по коляновия вал в посока на неговото въртене;
- -5° з.к.в. – дефазирани спрямо базовите на 5 градуса по коляновия вал в посока, обратна на неговото въртене.

Промените във фазите на газоразпределение се осъществяват при монтажа на зъбния ремък, задвижващ газоразпределителния вал и ГНП, при което газоразпределителния вал се завърта в съответната посока на 2,5 градуса спрямо базовото си положение. За целта е използвано приспособление с нониусна скала, позволяващо отчитане на ъглово завъртане с точност до 0,1 градуса.

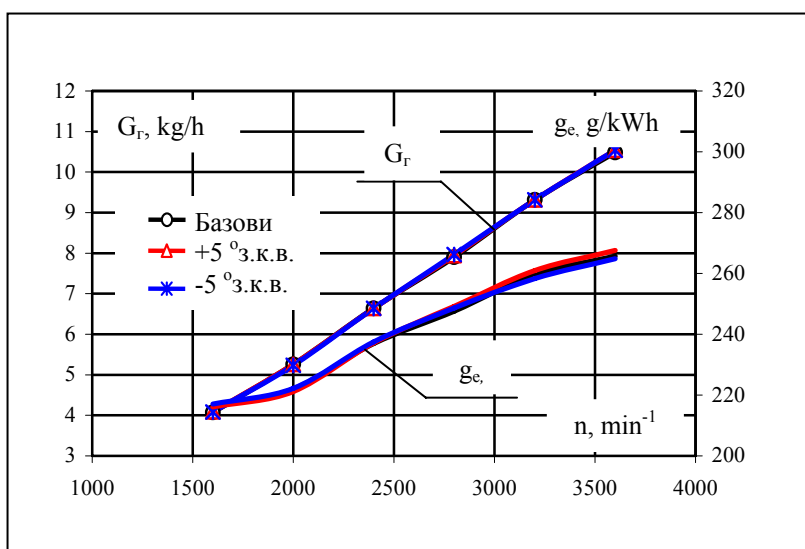
Изследването е проведено в една от лабораториите на катедра “Двигатели, автомобилна техника и транспорт” на ТУ-София, които са предназначени за стендови изпитвания на ДВГ и са оборудвани с необходимите технически средства, позволяващи определянето на мощностните, икономичните и екологичните показатели на ДВГ. Част от експерименталните резултати са показани на фиг. 2 и фиг. 3, където са използвани следните означения: N_e – ефективна мощност, kW; M_e – ефективен въртящ момент, Nm; p_e – средно ефективно налягане, MPa; G_r – часов разход на гориво, kg/h; g_e – специфичен разход на гориво, g/kWh; R_b – димност на отработилите газове, измерена по метода “Bosch”; $T_{ор}$ – температура на отработилите газове, $^\circ\text{C}$.



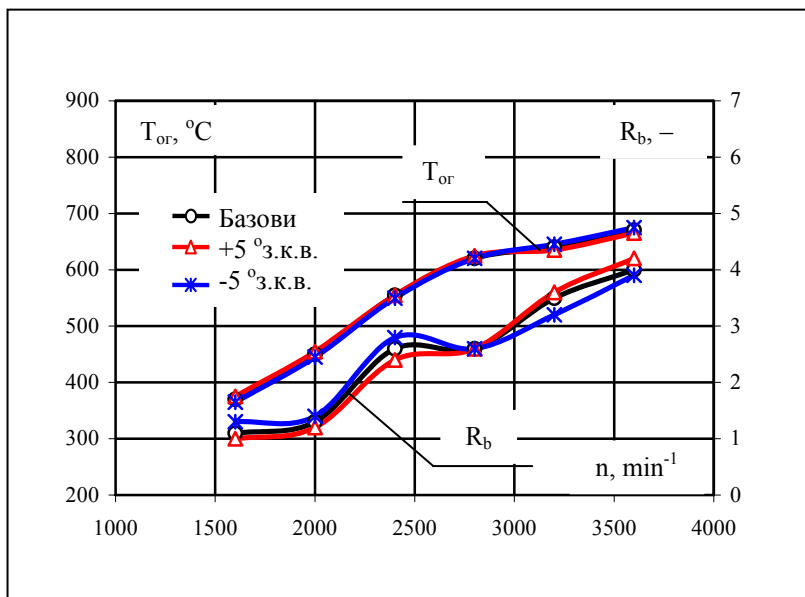
Фиг. 2. Сравнение на показателите на дизелов двигател Volkswagen 1,9 при работата му с различни фази на газоразпределение по товарна характеристика, снета при $n = 2000 \text{ min}^{-1}$: а – $(G_r, g_e) = f(p_e)$; б – $(R_b, T_{ор}) = f(p_e)$



а



б



в

Фиг. 3. Сравнение на показателите на дизелов двигател Volkswagen 1,9 при работата му с различни фази на газоразпределение по външна честотна характеристика: а – $M_e, N_e = f(n)$; б – $(G_r, g_c) = f(n)$; в – $(R_b, T_{ог}) = f(n)$

Анализът на резултатите от експерименталното изследване показва, че промените в мощностно-икономичните показатели и температурата на отработилите газове на двигателя при работата му с различните фази на газоразпределение не надвишават 3%, т.е. те са в границите на точността на измерването. Влиянието на фазите на газоразпределение върху димността на отработилите газове обаче е съществено.

Разликите в димността на отработилите газове спрямо тази при работа на двигателя с базовите фази на газоразпределение са:

- до честота на въртене $n = 2400 \text{ min}^{-1}$ по-ранното отваряне и затваряне на клапаните (+5° з.к.в.) води до намаляване на димността от 8 до 20% (средно 14%), докато при по-късното отваряне и затваряне на клапаните (-5° з.к.в.) димността нараства от 7 до 17% (средно 12%);
- при честота на въртене над $n = 2800 \text{ min}^{-1}$ по-ниска димност се получава при по-късното отваряне и затваряне на клапаните (-5° з.к.в.) – от 4 до 8% (средно 6%), а повишаването ѝ при по-ранното отваряне и затваряне на клапаните е до 5%.

5. Изводи

Анализът на резултатите от проведеното експериментално изследване позволява да се направят следните изводи:

- Изместване на фазите на газоразпределение в рамките на ± 5 градуса по завъртането на колянния вал спрямо тези, които са предписани от фирмата производител не оказва съществено влияние върху мощностно-икономичните показатели и температура на отработилите газове на дизелов двигател;
- Влиянието на фазите газоразпределение върху димността на отработилите газове не е еднозначно: до средна честота на въртене тя намалява при изместването им (спрямо базовите) в посоката на въртене на колянния вал и нараства при изместване в обратната посока; при висока честота на въртене се получава противоположен ефект, т.е. по-ниска димност се получава при изместване на фазите в посока, обратна на въртенето на колянния вал.

6. Литература:

- [1]. Димитров, П. И. Двигатели с вътрешно горене. ИПК ТУ-София, 2000;.
- [2]. Autodata 2004.