

SOLICITĂRI ÎN MOTORUL CU RAPORT DE COMPRIMARE VARIABIL

Drd. ing. Paul GRIGORE
Universitatea „Transilvania” din Brasov



REZUMAT. Schimbarea geometriei mecanismului bielă-manivelă într-un motor cu ardere internă, conduce la modificări în cinematica acestuia și implicit ale solicitărilor care apar într-un astfel de sistem. Din acest motiv, în proiectarea unui motor cu raport de comprimare variabil, trebuie realizat un calcul cinematic și apoi unul dinamic pentru a determina solicitările în diferitele componente ale acestuia. Articolul prezintă o analiză cinematică a mecanismului bielă-manivelă pentru un motor cu raport de comprimare variabil, cu blocul motor articulată. Modificarea poziției blocului motor duce la schimbarea geometriei mecanismului bielă-manivelă. Această modificare poate deteriora motorul și prin urmare, necesită un calcul precis. Calculul cinematic este efectuat cu metodele clasice pentru fiecare rotație a carterului superior față de cel inferior. Pentru o rotație cu un unghi α , se modifică două seturi de date în formulele care descriu cinematica sistemului: excentricitatea mecanismului bielă-manivelă și poziția punctului mort superior și inferior. Calculul raportului de comprimare este efectuat în funcție de rotația blocului motor.

Cuvinte cheie: raport de comprimare variabil VCR, motor, bloc motor, rotație.

ABSTRACT. Changing the geometry of the crank rod linkage in an internal combustion engine leads to changes in the system kinematics and modifies the stresses which occur in such a system. For this reason, when designing an engine with variable compression ratio, kinematic and then, a dynamic calculation must be done to determine the new strength of different components. The article presents an analyze of the kinematics of system for a variable compression ratio engine with a rotating block. The modification of the engine block position leads to the geometry changing of the crank rod mechanism and in the end, to stress changes in the crank rod system. This modification can damage the engine and therefore requires a precise calculus. The kinematic calculation for any movement of the cylinder block is made with classical methods. If the engine rotates with an angle α then two sets of data changes in the formulas that describe the system kinematics: first the eccentricity of the rod-crank system and second, the position of the upper and lower dead point. The calculation of the compression ratio for an engine with variable compression ratio, depending on the cylinder block rotation.

Keywords: variable compression ratio VCR, engine, cylinder block, rotation.

1. INTRODUCERE

Proiectarea autovehiculelor de înaltă performanță, care să îndeplinească noile cerințe pentru emisiile de noxe și consumul de combustibil, este dificilă din moment ce se dorește menținerea costurilor reduse de producție. Nu este profitabilă producerea de autovehicule cu un consum redus de combustibil dacă prețul de vânzare al acestora este foarte ridicat. Prin urmare, este necesar de a găsi soluții simple și eficiente, aceasta reprezentând întreaga strategie a producătorilor de motoare cu raport de comprimare variabil (VCR). Departe de a fi o revoluție, conceptul VCR reprezintă o evoluție majoră a motoarelor convenționale [1].

2. CINEMATICA SISTEMULUI CU BLOC MOTOR ARTICULAT

Presupunem motorul în poziția inițială. Calculul cinematic pentru această poziție se face cu metodele clasice. Dacă se rotește motorul cu un unghi α atunci se modifică două seturi de date în formulele care descriu cinematica sistemului: odată excentricitatea sistemului bielă manivelă și a doua oară poziția punctului mort inferior și superior. Această modificare poate da complet peste cap motorul și de aceea este necesar un calcul precis.

Pentru orice mișcare a blocului motor, excentricitatea va crește. Dacă excentricitatea inițială este zero, prin

rotația blocului într-o parte sau cealaltă, excentricitatea va crește, constituind un motiv pentru modificarea raportului de comprimare. Punctul de zero pentru începerea ciclului devine în acest caz punctul de unghi α . Distanța OC rămâne constantă în timpul rotației, axa Cx1 devine după rotația cu unghiul α axa Bx1'. În fig. 2 se prezintă rotația blocului cu unghiul α iar în fig. 3 o schiță care permite calculul excentricității noi, după rotația efectuată.

Excentricitatea e devine e' unde putem scrie [2]:
 $e' = BD = R + e - OD = R + e - R \cos \alpha = e + R(1 - \cos \alpha) > e$

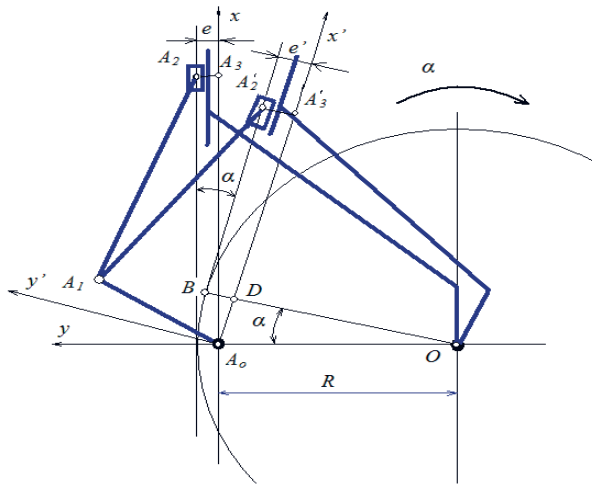


Fig. 1. Rotația blocului motor în sens trigonometric invers.

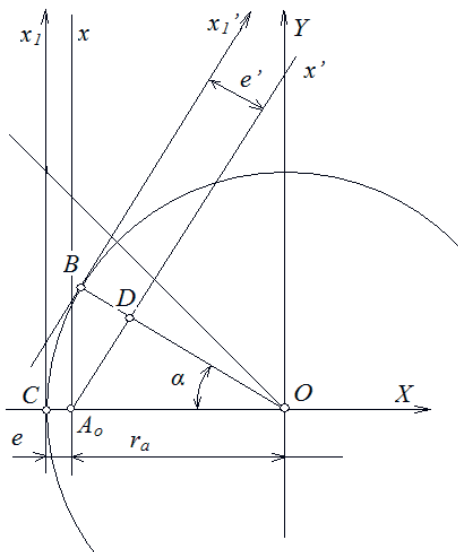


Fig. 2. Schița rotației blocului.

Dacă rotația blocului se face în sens trigonometric direct, relațiile rămân aceleași, cu observația că unghiul α din formulele anterioare se schimbă cu unghiul $-\alpha$.

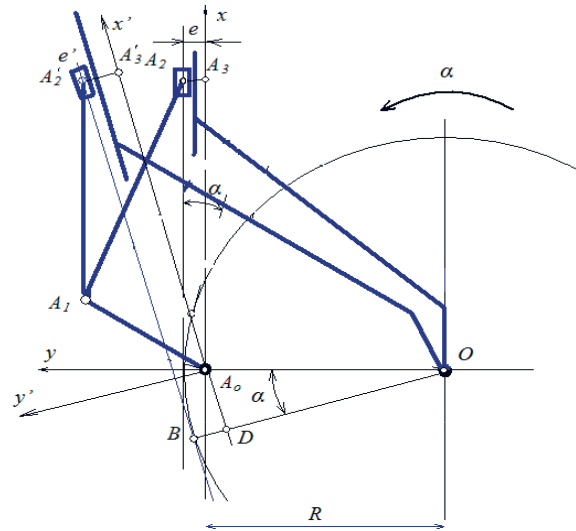


Fig. 3 Rotația blocului motor în sens trigonometric direct.

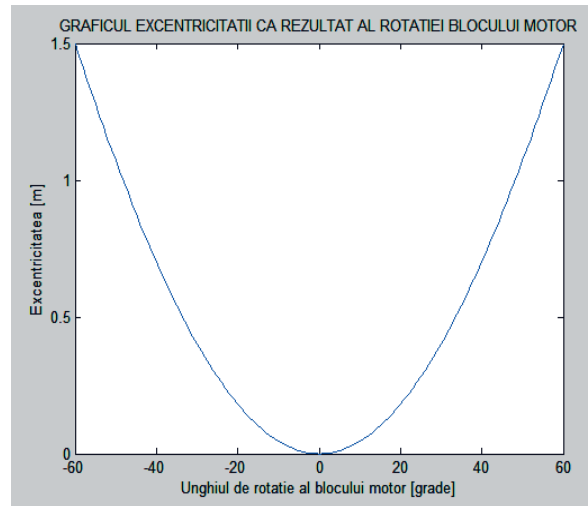


Fig. 4. Reprezentarea excentricității în funcție de rotația blocului motor.

Să ne ocupăm acum de calculul raportului de comprimare pentru un motor cu raport de comprimare variabil, în funcție de rotația blocului motor. Pentru acest calcul, atunci când știm excentricitatea e , vom analiza figura 5.

În pozițiile extreme ale mecanismului bielă-manivelă avem valorile maxime și minime ale deplasării pistonului:

$$D_{\max} = \sqrt{(r+l)^2 - e^2}; \quad D_{\min} = \sqrt{(l-r)^2 - e^2};$$

și unghiurile făcute de bielă și manivelă, aflate în prelungire cu axa cilindrului:

$$\sin \beta_1 = \frac{e}{r+l}; \quad \sin \beta_2 = \frac{e}{l-r};$$

Cursa monocilindrului este în acest caz:

$$s = D_{\max} - D_{\min}$$

iar raportul de comprimare este:

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{s_o}{D_{\max} - D_{\min} + s_o};$$

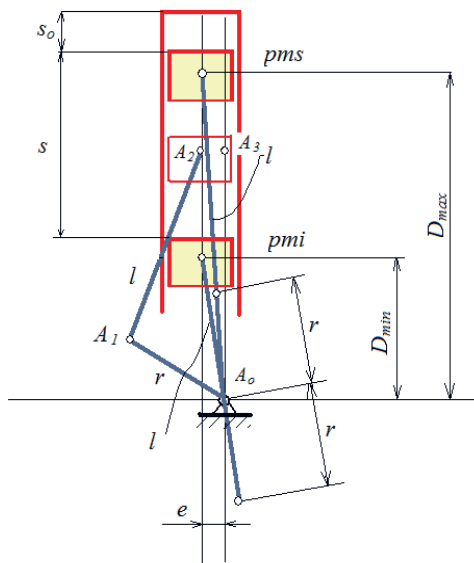


Fig. 5. Calculul raportului de comprimare.

În cazul în care blocul motor s-a rotit cu un unghi α excentricitatea devine e' iar formulele care dau deplasarea pistonului devin:

$$D'_{\max} = \sqrt{(r+l)^2 - e'^2}; \quad D'_{\min} = \sqrt{(l-r)^2 - e'^2};$$

iar unghiurile făcute cu axa pistonului:

$$\sin \beta'_1 = \frac{e'}{r+l}; \quad \sin \beta'_2 = \frac{e'}{l-r};$$

Cursa monocilindrului se schimbă, devenind:

$$s' = D'_{\max} - D'_{\min}$$

iar raportul de comprimare:

$$\frac{1}{\varepsilon'} = \frac{s'_o}{s' + s'_o};$$

Mărimea s_o se schimbă devenind:

$$s'_o = s_o + D_{\max} - D'_{\max}$$

deci raportul de comprimare devine:

$$\frac{1}{\varepsilon'} = \frac{s_o + D_{\max} - D'_{\max}}{s_o + D_{\max} - D'_{\min}};$$

Fig.6 prezintă pozițiile extreme ale sistemului biel-manivelă pentru un bloc motor rotit.

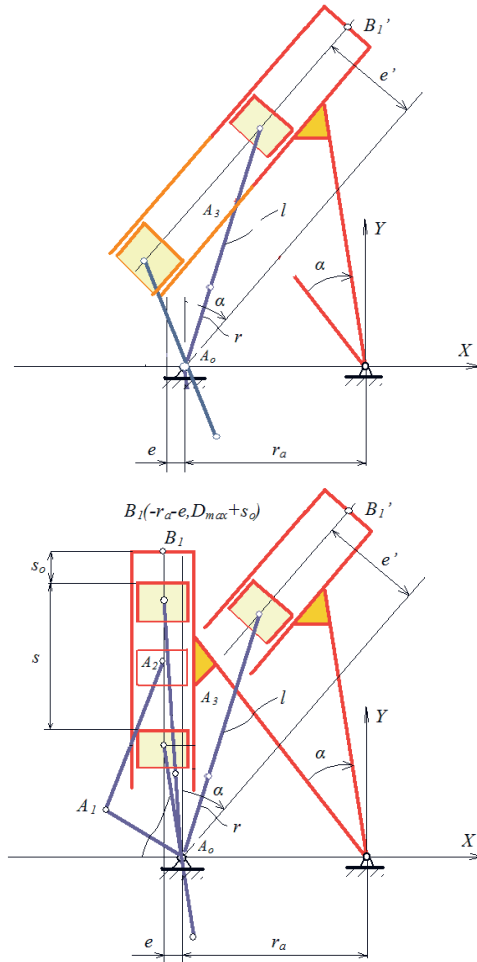


Fig. 6

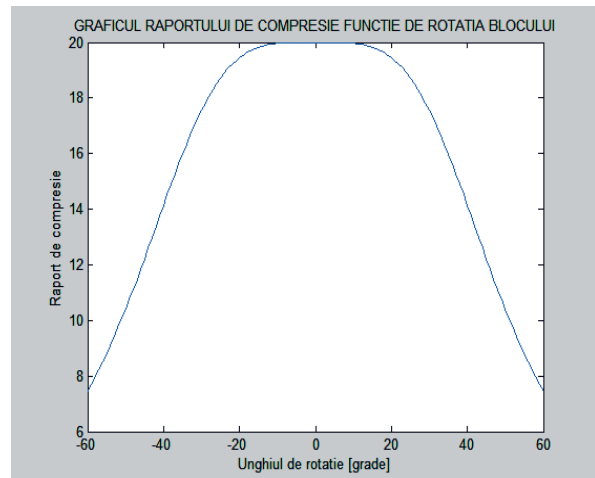


Fig. 7. Raportul de comprimare pentru o variație de 120° a unghiului de rotație.

Se constată o variație foarte mică a raportului de comprimare pentru poziții vecine poziției inițiale. Pentru a observa mai bine această variație pentru unghiuri mici s-a făcut un grafic cu un interval de variație al unghiului de rotație de 10 grade (față de 120 grade inițial). Se obține graficul din fig.8.

Deci la o variație de 10 grade a rotației blocului se obține o variație de 0,05% a raportului de comprimare (fig. 8).

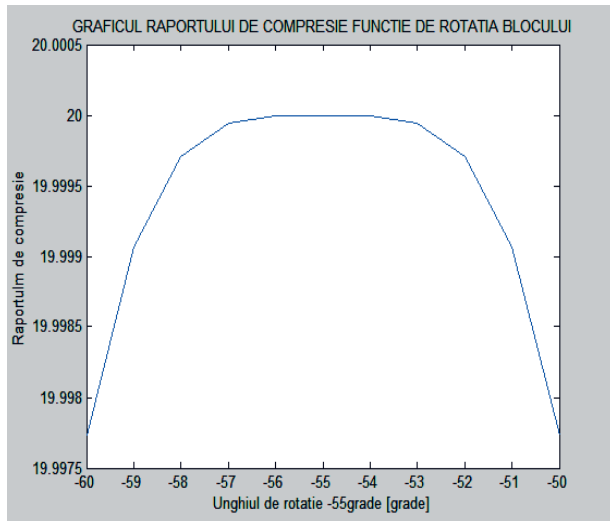


Fig. 8. Raportul de comprimare pentru o variație de 10^0 a unghiului de rotație.

3. CONCLUZII

Modificarea poziției blocului motor duce la schimbarea geometriei mecanismului bielă-manivelă și în cele din urmă, a solicitărilor ce apar în acest sistem. În consecință, proiectarea unei astfel de motor, implică un calcul cinematic și dinamic pentru componentele acestuia, pentru a verifica dacă vor exista noi solicitări rezultate din rotația blocului motor.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOPHRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/88/1.5/S/5932

4. BIBLIOGRAFIE

- [1] **Rodrigues de Sousa Ribeiro, B.**, *Thermodynamic optimisation of spark ignition engines under part load conditions*, University do Minho, 2006.
- [2] **Vlase, S.**, *Mechanics.Kinematics*. Informarket Publishing House, 2007.