

ANALIZA TERMO-ELASTICĂ PENTRU O SUPAPĂ DIN SISTEMUL DE DISTRIBUȚIE AL UNUI MAS

RÎNCEANU Mihai¹

Conducător științific: Prof. dr. ing. Sorohan Ștefan

REZUMAT: În prima parte a lucrării s-a selectat o soluție tehnică actuală având un motor cu aprindere prin scânteie care montat pe un automobil poate genera o viteză maximă de 180 km/h. Apoi s-a calculat dimensionarea supapei. S-au ales două situații de calcul. Prima corespunde supapei închise, când în camera de ardere se produce aprinderea și expansiunea. Când se produce explozia în camera de ardere piesa analizată este solicitată pe suprafața capului supapei termic și la presiunea gazelor. Cea de a doua situație corespunde supapei deschise când se produce evacuarea gazelor arse și efectul termic convectiv se întinde pe întreaga suprafață a supapei.

1 INTRODUCERE

În această lucrare s-a realizat o analiză termo-elastică pentru o supapă când aceasta este închisă și deschisă. În ambele cazuri s-a urmărit determinarea temperaturii și a solicitării maxime structurale a piesei în condițiile cele mai nefavorabile. Supapa a fost modelată în programul Solidworks, iar analiza termo-elastică a fost realizată în Ansys.

1 Specializarea: Siguranța și Integritatea Structurilor, Facultatea IMST;

E-mail: mihairinceanu@yahoo.com;

2. CALCULUL ANALITIC

Calculul analitic se referă la calculul căldurii primite de capul supapei de evacuare și coeficientul convectiv între gaz și suprafața supapei. Din motoare similare [1], [2] s-a ales un diametru al cilindrului $D = 88$ mm și o putere indicată $P_e = 77$ kW. După ce am ales acești indici am putut calcula căldura primită de piston din cea totală, cu ajutorul acestei formule:

$$Q_p = 10\% \cdot \frac{P_e}{i} = 1.925 kW \quad (1)$$

Q_p - căldura primită de piston;
 $i=4$ - numărul de cilindri;

Cu ajutorul diametrului cilindrului s-a calculat aria pistonului, iar apoi aria chiulasei:

$$A_p = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 6079 mm^2 \quad (2)$$

$$A_{chiulasa} = 1.3 \cdot A_p = 7902.75 mm^2 \quad (3)$$

$A_{chiulasa}$ - aria chiulasei;

A_p - aria pistonului;

După determinarea căldurii primite de piston s-a putut calcula căldura primită de chiulasă.

$$Q_{chiulasa} = 1.3 \cdot Q_p = 2.5 kW \quad (4)$$

$Q_{chiulasa}$ - căldura primită de chiulasă;
Calculul ariei capului supapei de evacuare

$$A_{sup ev} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{sup ev}^2 = 615.75 mm^2 \quad (5)$$

$A_{sup ev}$ - aria capului supapei de evacuare;

Diametrul capului supapei de evacuare $D_{sup ev} = 28$ mm a fost ales din modele similare [1],[2] folosite la motoarele cu aprindere prin scânteie.

Suprafața supapei de evacuare :

$$S_{sup ev} = \frac{A_{chiulasa} - A_{sup ev}}{A_{sup ev}} = 7.8\% \quad (6)$$

$S_{sup ev}$ - suprafața supapei de evacuare ;

Căldura primită de o singură supapă de evacuare în timpul arderii:

$$Q_{sup ev} = S_{sup ev} \cdot Q_{chiulasa} = 0.195 kW \quad (7)$$

$Q_{sup ev}$ - căldura primită de o supapă de evacuare în timpul arderii;

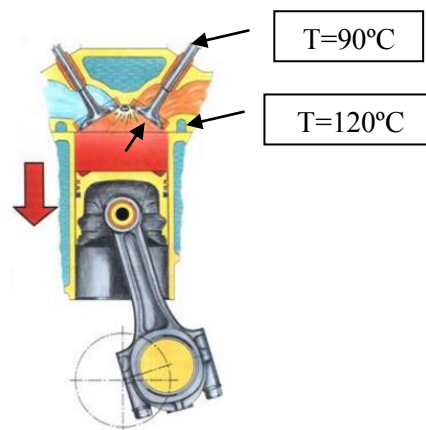


Fig. 1 Aprinderea și expansiunea

În primul caz studiat (figura 1[4]) supapa este închisă, din aceasta cauză s-a aplicat pe capul

acesteia o căldură $Q_{sup\ ev}$ și o presiune p calculată de 7 MPa.

$$k = 1.15 \cdot (4.2 + 0.185 \cdot w_{pn}) \cdot (p \cdot T)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \quad (9)$$

$$k = 88.72 W / m^2 K$$

$$w_{pm} = \frac{S \cdot n}{30} = 17.3 m / s \quad (10)$$

$n=5600$ rpm - turația motorului;

$S= 95$ mm - cursa pistonului;

$T=T_g=1100$ K - temperatura gazelor, se alege din literatura disponibilă;

$p=p_g=1.03$ bar - presiunea gazelor, se alege din literatura disponibilă;

k -coeficient convectiv;

w_{pm} - viteza medie a pistonului;

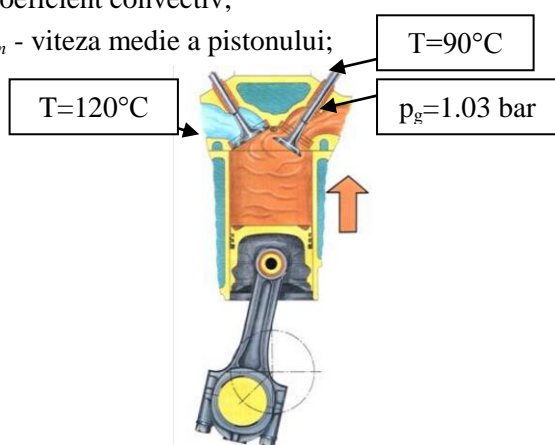


Fig. 2 Evacuarea

După cum se poate observa în figura 2 [4], temperatura cozii supapei este 90°C fiind aproximativ egală cu temperatura lichidului de răcire, iar temperatura chiulasei este egală cu 120°C aceasta fiind luată din studii realizate pe motoare asemănătoare.

3. ANALIZA CU METODA ELEMENTELOR FINIT

În cazul aprinderii și expansiunii, când supapa este închisă după ce s-a aplicat căldura $Q_{sup\ ev}$ pe capul acesteia s-a obținut temperatura de 228°C.

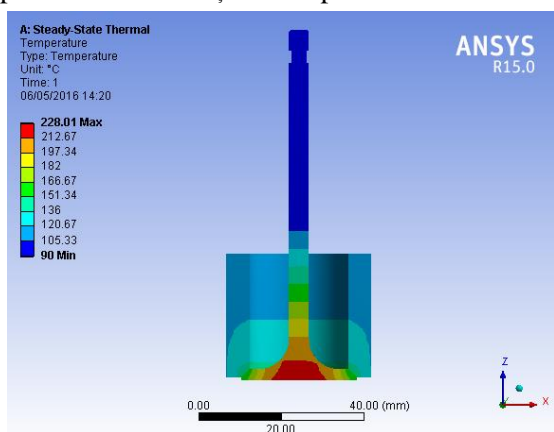


Fig. 3 Temperatura supapei când aceasta este închisă

În prezența încărcării termice din căldura $Q_{sup\ ev}$ și a presiunii p s-a obținut tensiunea maximă de 117.5 MPa.

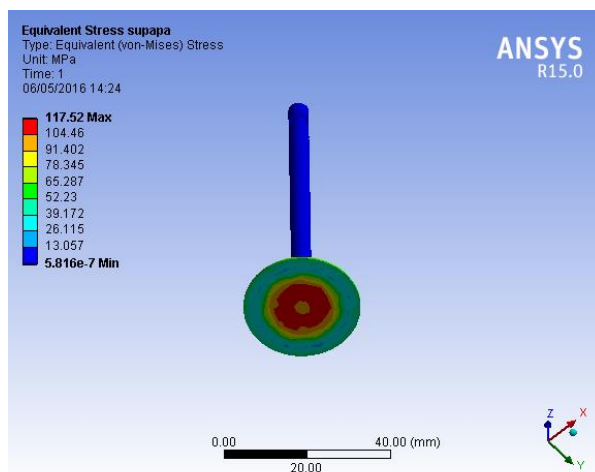
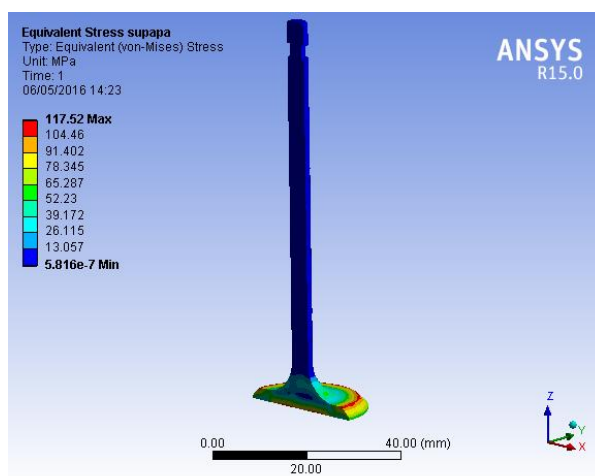


Fig. 4 Tensiunea echivalentă von Mises a supapei când aceasta este închisă

În cazul expansiunii, când supapa este deschisă se aplică un coeficient de conductivitate k și o temperatură de 1100 K pe toată suprafața supapei, până la contactul acesteia cu chiulasa.

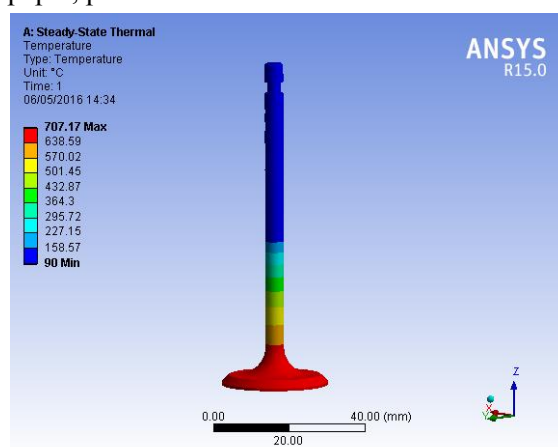


Fig. 5 Ipoteză: Temperatura supapei când aceasta este deschisă permanent

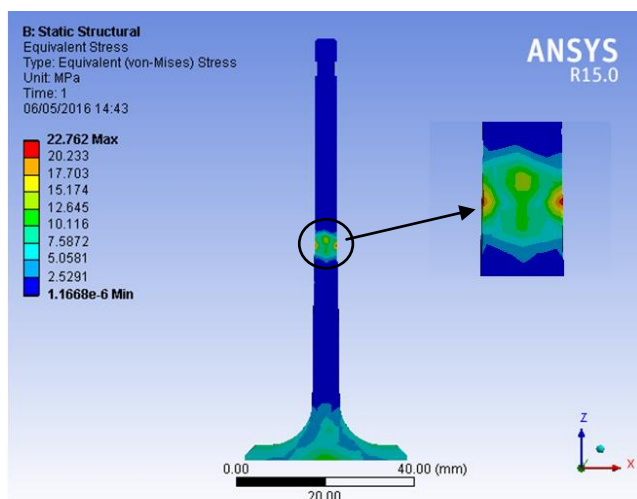


Fig. 6 Ipoteză: Tensiunea echivalentă a supapei când aceasta este deschisă permanent

4. CONCLUZII

În urma calculelor realizate se observă că supapa realizată din oțel inoxidabil rezistă la presiunea și căldura considerată acoperitor în calcule atât când aceasta este închisă sau deschisă.

În cel de-al doilea caz ipotetic când supapa de evacuare este permanent deschisă ea ajunge la o temperatură de 707°C și o tensiune maximă echivalentă de 22.7 MPa.

5. BIBLIOGRAFIE

- [1] Radu Gaiginschi, Gheorghe Zatreanu (1997), Motoare cu ardere internă calcul și construcție, Vol II, Editura Shakti
- [2] Berthold Grunwald, Teoria, Calculul și Construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere (1980) Editura Didactică și pedagogică, București.
- [3] Marcel Ginu Popa, Constantin Pană, Niculae Negurescu (2003) – Motoare Diesel Procese (Vol 1 și 2), Ed. Matrix, București
- [4]<http://www.qreferat.com/referate/mecanica/Motorul-cu-ardere-interna-cu-p634.php>
- Accesat la data: 11.05.2016
- [5] AVL Boost (2011), User Guide