



## SEMINARSKOG ZADATKA – MOTORI PRIMJER

Tvornica SAURER-DIESEL izradila je 4-taktni, 6-cilindarski, redni motor s prednabijanjem  
Hlađenje motora je vodom. Podaci o motoru:

promjer cilindra	$D = 130 \text{ mm}$
hod klipa	$H = 150 \text{ mm}$
stupanj kompresije	$\varepsilon = 16.1$
efektivna snaga kod 37 okr/s	$P_e = 224 \text{ kW}$
specifična potrošnja goriva kod 37 okr/s	$g_e = 228 \text{ g/kWh}$
stupanj punjenja	$\lambda_{pu} = 1.75$
srednji indicirani tlak	$p_i = 1.15 \text{ MPa}$

Upotrijebljeno je gorivo donje ogrjevnosti  $H_d = 42 \text{ MJ/kg}$  i gustoće  $\rho_G = 780 \text{ kg/m}^3$ , a 1 kg goriva sastojao se od 0.87 kg ugljika i 0.13 kg vodika (1 kg goriva = 0.87 kg C + 0.13 kg H<sub>2</sub>). Ispitivanje je provedeno pri stanju standardne atmosfere: 0.1 MPa, 298 K,  $R_Z = 287 \text{ kJ/kgZ K}$

### 1. TREBA IZRAČUNATI:

- 1.1 količinu zraka za izgaranje,  $Z$  (kg Z/kg G)
- 1.2 podizaj klipa pumpe za ubrizgavanje goriva, ako je promjer klipa pumpe  $D_p = 6 \text{ mm}$ ,  $h$
- 1.3 specifičnu efektivnu potrošnju zraka,  $z_e$  (kg Z / kWh)
- 1.4 faktor zraka,  $\lambda$
- 1.5 efektivni stupanj djelovanja,  $\eta_e$
- 1.6 mehanički stupanj djelovanja,  $\eta_m$
- 1.7 indicirani stupanj djelovanja,  $\eta_i$

#### 1.1 Stvarna količina zraka s kojom izgara gorivo, $Z$ (kg Z/kg G)

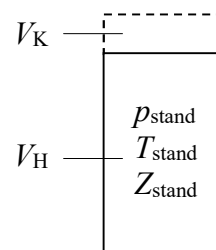
$$Z = \frac{Z_h}{G_h}$$

gdje je:

- $Z_h$  - satna potrošnja zraka, kg Z/h  
 $G_h$  - satna potrošnja goriva, kg G/h

Satna potrošnja goriva

$$G_h = g_e \cdot P_e = 0.228 \cdot 224 = 51.072 \frac{\text{kg G}}{\text{h}}$$





## SEMINARSKOG ZADATKA – MOTORI PRIMJER

Satna potrošnja zraka

$$Z_h = Z_{\text{proc}} \cdot z \cdot \frac{2n}{T} \cdot 3600$$

gdje je:

$Z_{\text{proc}}$  - količina zraka po jednom procesu, kg Z/proc

$z$  - broj cilindara

$n$  - brzina vrtnje motora,  $\text{min}^{-1}$

$T$  - broj taktova motora

Budući da su geometrija motora i stupanj punjenja poznat količina zraka po jednom procesu može se izračunati na slijedeći način

$$\lambda_{\text{pu}} = \frac{Z_{\text{proc}}}{Z_{\text{stand}}} \rightarrow Z_{\text{proc}} = \lambda_{\text{pu}} \cdot Z_{\text{stand}}$$

Standardna količina zraka je količina zraka koja stane u radni volumen pri uvjetima standardne atmosfere, a izračunava se iz jednadžbe stanja.

$$p_{\text{stand}} \cdot V_H = Z_{\text{stand}} \cdot R_z \cdot T_{\text{stand}}$$

$$Z_{\text{stand}} = \frac{p_{\text{stand}} \cdot V_H}{R_z \cdot T_{\text{stand}}} = \frac{100000 \cdot 1.99098 \cdot 10^{-3}}{287.041 \cdot 298} = 2.3276 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg Z}}{\text{proc(cil)}}$$

gdje je:

$p_{\text{stand}}$  - tlak atmosfere pri standardnim uvjetima

$V_H$  - radni volumen

$R_z$  - plinska konstanta zraka

$T_{\text{stand}}$  - standardna temperatura

$$V_H = \frac{D^2 \pi}{4} \cdot H = \frac{0.13^2 \pi}{4} \cdot 0.15 = 1.99098 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{cil.}}$$

$$Z_{\text{proc}} = \lambda_{\text{pu}} \cdot Z_{\text{stand}} = 1.75 \cdot 2.3276 \cdot 10^{-3} = 4.0733 \cdot 10^{-3} \text{ kg Z/proc}$$

$$Z_h = Z_{\text{proc}} \cdot z \cdot \frac{2n}{T} \cdot 3600 = 4.0733 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot \frac{2 \cdot 37}{4} \cdot 3600 = 1627.69 \frac{\text{kg Z}}{\text{h}}$$

$$Z = \frac{Z_h}{G_h} = \frac{1627.69}{51.072} = 31.87 \frac{\text{kg Z}}{\text{kg G}}$$

### 1.2 Podizaj klipa pumpe za ubrizgavanje goriva



## SEMINARSKOG ZADATKA – MOTORI PRIMJER

Da bi se mogao izračunati podizaj klipa pumpe za ubrizgavanje goriva potrebno je znati količinu ubrizganog goriva po jednom procesu.

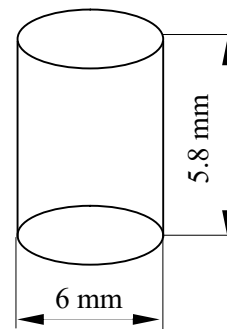
$$G_{proc} = \frac{G_h}{z \cdot \frac{2n}{T} \cdot 3600} = \frac{51.072}{6 \cdot \frac{2 \cdot 37}{4} \cdot 3600} = 1.27807 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg G}}{\text{proc}} = 0.127807 \frac{\text{g G}}{\text{proc}}$$

Gustoća goriva D1/D2 iznosi oko 780 kg/m<sup>3</sup> pa je volumen ubrizganog goriva po jednom procesu jednak:

$$V_{goriva, proc} = \frac{G_{proc}}{\rho_{Goriva}} = \frac{1.27807 \cdot 10^{-4}}{780} = 1.64 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 = 164 \text{ mm}^3 \quad 1 \text{ m}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$

$$V_{goriva, proc} = \frac{D_p^2 \pi}{4} H_p \rightarrow H_p = \frac{V_{goriva, proc}}{\frac{D_p^2 \pi}{4}} = \frac{164}{\frac{6^2 \cdot \pi}{4}} \cong 5.80 \text{ mm}$$

Hod klipa pumpe za ubrizgavanje goriva  $H_p = 5.80 \text{ mm}$



### 1.3 Specifična efektivnu potrošnju zraka, $z_e$ (kg Z /kWh)

$$z_e = \frac{Z_h}{P_e} = \frac{1627.69}{224} = 7.266 \frac{\text{kg Z}}{\text{kWh}}$$

### 1.4 Faktor zraka

$$\lambda = \frac{Z}{Z_o}$$

Sastav goriva

$$1 \text{ kg G} = c \text{ kg C} + h \text{ kg H}_2 = 0.87 \text{ kg C} + 0.13 \text{ kg H}_2$$

Stehiometrijska količina zraka

$$O_{\min} = \frac{32}{12} c + 8h = \frac{32}{12} \cdot 0.87 + 8 \cdot 0.13 = 3.36 \frac{\text{kg O}_2}{\text{kg G}}$$

$$Z_o = \frac{O_{\min}}{0.23} = \frac{3.36}{0.23} = 14.609 \frac{\text{kg Z}}{\text{kg G}}$$

0.23 - za maseni udio

0.21 - za volumni udio



SEMINARSKOG ZADATKA – MOTORI  
PRIMJER

$$\lambda = \frac{Z}{Z_0} = \frac{31.87}{14.609} = 2.18$$

**1.5** Efektivni stupanj djelovanja,  $\eta_e$

$$\eta_e = \frac{3.6}{g_e \cdot H_d} = \frac{3.6}{0.228 \cdot 42} = 0.376$$

**1.6** Mehanički stupanj djelovanja,  $\eta_m$

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i} = \frac{P_e}{P_i}$$

Budući da je zadan  $P_e$  i  $p_i$  moguća su dva načina rješavanja, preko srednjih tlakova ili snaga.

$p_i$  – poznato / zadano = 1.15 MPa ili

$$p_e = \frac{P_e}{z \cdot V_H \cdot \frac{2n}{T}} = 1.01358 \text{ MPa}$$

ili

$P_e$  – poznato / zadano = 224 kW

$$P_i = z \cdot V_H \cdot p_i \cdot \frac{2n}{T} = 6 \cdot 1.99098 \cdot 10^{-3} \cdot 1.150 \cdot 10^6 \cdot \frac{2 \cdot 37}{4} = 254.15 \text{ kW}$$

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i} = \frac{1.01358}{1.15} = \frac{P_e}{P_i} = \frac{224}{254} = 0.881$$

**1.7** indicirani stupanj djelovanja,  $\eta_i$

$$\eta_i = \frac{\eta_e}{\eta_m} = \frac{0.376}{0.88} = 0.43$$