

ENERGETSKI STROJI

Uvod

Pregled teoretičnih osnov

Hidrostatika

Dinamika tekočin

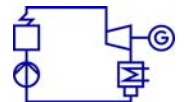
Termodinamika

Podobnostni zakoni

Volumetrični stroji

Turbinski stroji

Energetske naprave



TERMODINAMIKA

Zakon o ohranitvi energije

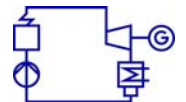
Krožni procesi

Delo, moč in izkoristek

Tok tekočine skozi šobe

Prenos toplote

Goriva in zgorevanje



Goriva in zgorevanje

GORIVA: snovi, ki pri višjih temperaturah reagirajo s kisikom (oksidacija) – spremenijo kemično sestavo in sočasno oddajo toploto.

SESTAVA GORIVA

masni deleži posameznih sestavnih goriva

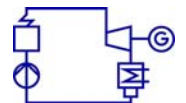
$$\left. \begin{array}{l} \omega_C \text{ kg ogljika / kg goriva} \\ \omega_H \text{ kg vodika / kg goriva} \\ \omega_S \text{ kg žvepla / kg goriva} \\ \omega_O \text{ kg kisika / kg goriva} \\ \omega_V \text{ kg vode / kg goriva} \\ \omega_P \text{ kg pepela / kg goriva} \end{array} \right\}$$
$$\omega_C + \omega_H + \omega_S + \omega_O + \omega_V + \omega_P = 1$$

Gorljive snovi

Nepotreben, odvečen balast

Trboveljski rjavi premog: tudi 50 % negorljivih snovi in vlage

Kemično energijo vezano v gorivih lahko pretvorimo v toploto tam, kjer jo potrebujemo in kadar jo potrebujemo



ZGOREVALNA TOPLOTA IN KURILNOST

Zgorevalna toplota H_S je vsa pri zgorevanju sproščena toplota, ki je enaka razliki entalpij udeležениh snovi pred zgorevanjem in po njem.

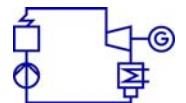
PREDPOSTAVKA: normalno stanje (1,013 bar, 0 stC)

Kurilnost goriva H_i (najpomembnejša za praktično uporabo)

Tisti del zgorevalne toplote, ki jo dobimo če ne izkoristimo uparjalne toplote vodne pare v dimnih plinih.

- v tehničnih napravah izkoriščamo kurilnost goriva -
- kondenzirana vodna para reagira z SO_2 -
- dobimo žveplasto (H_2SO_3) nato žvepleno (H_2SO_4) -
- korozivni – POŠKODBE KONSTRUKCIJ

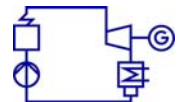
Gorivo	Kurilnost H_i MJ/kg
Antracit	31,82
Koks	29,31
Črni premog	27,21
Rjavi premog	17,52
Lignit	12,31
Tekoča goriva	41,87
Mazut	39,80
Zemeljski plin	34,10
Tekoči naftni plin	46,00
Ostali plini	~20,00



OCENA KURILNOSTI GORIV (z zgorevalnimi toplotami posameznih sestavin)

$$H_i = 33,9 \cdot \omega_C + 121,4 \cdot \left(\omega_h - \frac{\omega_o}{8} \right) + 10,5 \cdot \omega_S - 2,5 \cdot \omega_V$$

... za trdna in tekoča goriva



ZGOREVANJE

- je **oksidacija goriva** pri visokih temperaturah;
- proces je **eksotermen** (toplota se sprošča);
- sproščena kemična energija poveča notranjo energijo dimnih plinov;

POPOLNO

Vse molekule goriva se
spojijo s kisikom

$$\lambda > 1$$

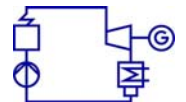
RAZMERNIK ZRAKA

NEPOPOLNO

$$\lambda < 1$$

Količnik med dejansko in teoretično potrebno količino zraka

$$\lambda = \frac{v_Z}{v_{Z \min}}$$



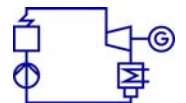
Za zgorevanje jemljemo zrak (21 % kisik, 79 % dušik).

$$v_{Z \min} = \frac{v_{O \min}}{0,21} \quad \dots \text{ najmanjša količina zraka potrebna pri procesu zgorevanja 1kg goriva}$$

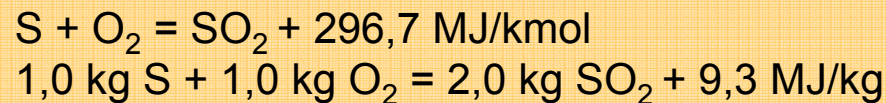
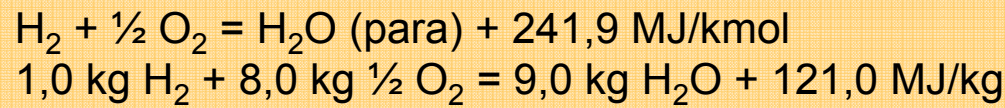
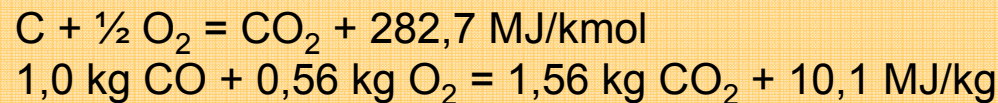
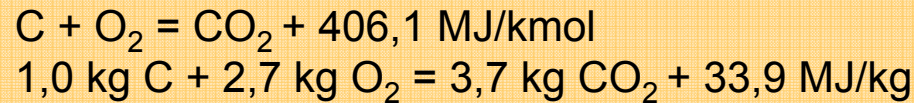
$v_{O \min}$... najmanjša količina kisika za popolno zgorevanje

$$\lambda = \frac{v_Z}{v_{Z \min}} \quad \dots \text{ dejanska količina zraka je v praksi večja, da je zgorevanje zanesljivo popolno}$$

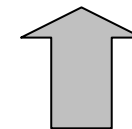
Naprava	Razmernik zraka λ
Gorilniki plinskih turbin	2 – 4
Motorji z notranjim zgorevanjem	1,0–1,1
Vročevodni in parni kotli	1,05 – 1,6



STEHIOMETRIJSKE ENAČBE – popišemo zgorevalne procese



λ kontroliramo s kemično
analizo plinov: merimo
 O_2 v dimnih plinih



PRODUKTI
ZGOREVANJA:

CO_2 , H_2O , SO_2

NEPOPOLNO
ZGOREVANJE

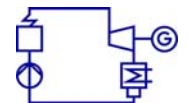
- CO
- nezgoreli aromati
- saje

PREVELIK
PRESEŽEK ZRAKA

- SO_3
- O_2
(segrevati ta zrak)

VISOKE
TEMPERATURE

- NO_x
(NO, NO_2 , N_2O_5 , itd)



Gorivo	CO _{2max}
Zemeljski plin	11,0 – 13,0
Bencin	~15,5
Kurilno olje	15,5 – 17,5
Rjavi premog	18,5 – 19,7
Lignit	18,5 – 20,5
Les	~20,5

DIMNI PLINI – kotli

IZPUŠNI PLINI – motorji

Tabela: Največji možni prostorninski delež CO₂ v dimnih plinih.

CO₂: glavni povzročitelj tvorjenja učinkov tople grede v ozračju.

TOPLOGREDNI PLINI - tvorijo v zgornjih plasteh zemeljskega ozračja sloj, ki ima enak učinek kot steklo v rastlinjakih (absorbirajo dolgovalovno energijo sončnega sevanja, se pri tem segrejejo in del te akumulirane toplote vračajo nazaj na zemljo) - počasno naraščanje povprečne temperature Zemljine atmosfere.

dušikovi oksidi (**NO_x**): tvorjenje ozona in tople grede.

žveplov oksid (**SO₂**): žveplena kislina – kisel dež – uničevanje rastlinja.

