



TMMOB
MAKİNA
MÜHENDİSLERİ
ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ



TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi

Otomobil Yakıtlarının Verimliliği Üzerine Bazı Hesaplamalar

Cemil Koyunoğlu

Yalova Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği
Bölümü Öğretim Elemanı

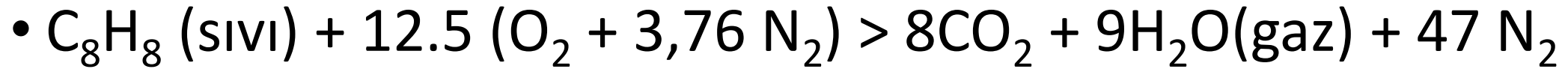
Merkez Araştırma Laboratuvarı, Yakıt Analiz
Laboratuvarı, Merkez Kampüs, Çınarcık Yolu Üzeri
5.km, 77200, Yalova Üniversitesi, Yalova



- 100 kPa basıncında 25 °C'deki sıvı oktan aynı basınç ve sıcaklıktaki hava ile adyabatik bir içten yanmalı motorda yakılıyor olsun. Yanma ürünlerinin motordan çıkış basıncı 100 kPa, yanma da tam yanma ise motorda birim zamanda entropi üretimini yanmanın 100% teorik hava ve 400% teorik hava ile gerçekleştiğini varsayarak hesaplayalım (Motor çıkış sıcaklığı 2395 K olsun)

YANMA DENKLEMİNİ YAZALIM

• %100 TEORİK HAVA İLE YAKILAN SIVI OKTANIN YANMA DENKLEMİ



'dir. Motor adyabatik ise yanma ürünlerinin motordan çıkış sıcaklığı 2395 K ise Entropi üretimi

$$S_{\text{ürt}} = S_p - S_R = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i - \sum_{\text{giren}} (\dot{n}s)_j$$

olarak yazılabilir.

motora giren ve çıkan maddelerin toplam entropilerini yazalım

$$\bullet S_p = \sum_{\text{çıkan}} [\dot{n}(s_T - R \ln \frac{P}{P_0})]_j$$

$$\bullet S_p = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i = 8s_{\text{CO}_2} + 9s_{\text{H}_2\text{O}} + 47s_{\text{N}_2}$$

• olacaktır. Burada;

$$\bullet s_{\text{CO}_2} = s_{\text{CO}_2} - R \ln \frac{x_{\text{CO}_2} P_0}{P_0} = s_{\text{CO}_2} - R \ln x_{\text{CO}_2} = 320.173 - 8,314 \ln \frac{8}{64}$$

$$\bullet s_{\text{CO}_2} = 337.46 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\bullet s_{\text{H}_2\text{O}} = s_{\text{H}_2\text{O}} - R \ln \frac{x_{\text{H}_2\text{O}} P_0}{P_0} = s_{\text{H}_2\text{O}} - R \ln x_{\text{H}_2\text{O}} = 273,986 - 8,314 \ln \frac{9}{64}$$

$$\bullet s_{\text{H}_2\text{O}} = 290.30 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\bullet s_{\text{N}_2} = s_{\text{N}_2} - R \ln \frac{x_{\text{N}_2} P_0}{P_0} = s_{\text{N}_2} - R \ln x_{\text{N}_2} = 258.503 - 8,314 \ln \frac{47}{64}$$

$$\bullet s_{\text{N}_2} = 261.07 \text{ kJ/kmol.K}$$

...olduğundan yanma sonrası ürünlerin toplam entropisi

- $S_p = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i = 8 \times 337.46 + 9 \times 290.30 + 47 \times 261.07$
- $S_p = 17582.67$ kJ/kmol yakıt
- olarak hesaplanır. Benzer şekilde motora giren yakıtın ve havanın toplam entropisi de,
- $S_R = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i = s_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{sivl})} + 12.5s_{\text{O}_2} + 47s_{\text{N}_2}$
- olacaktır. Termodinamik tablolardan alınan değerlerle
- $s_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{sivl})} = s_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{sivl})} = 360.575$ kJ/kmol.K
- $s_{\text{O}_2} = s_{\text{O}_2} - R \ln \frac{x_{\text{O}_2} P_o}{P_o} = s_{\text{O}_2} - R \ln x_o = 205.148 - 8.314 \ln 0.21$
- $s_{\text{O}_2} = 218.12$ kJ/kmol.K
- $s_{\text{N}_2} = s_{\text{N}_2} - R \ln \frac{x_{\text{N}_2} P_o}{P_o} = s_{\text{N}_2} - R \ln x_o = 191.609 - 8.314 \ln 0.79$
- $s_{\text{N}_2} = 193.57$ kJ/kmol.K

....yerlerine konulursa, motora giren yakıtın ve havanın toplam entropisi de,

- $S_R = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i = 360.575 + 12,5 \times 218.12 + 47 \times 193.57$
- $S_R = 12184.86$ kJ/kmol yakıt
- olarak bulunur.
- Bu değerlerden, 100% teorik hava ile tam yanmada 1 kmol yakıtın ürettiği entropi de
- $S_{\text{ürt}} = S_P - S_R = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i - \sum_{\text{giren}} (\dot{n}s)_i$
- olarak yazılabilir. Burada;
- $S_P = \sum_{\text{çıkan}} (\dot{n}s)_i = 8s_{\text{CO}_2} + 9s_{\text{H}_2\text{O}(\text{gaz})} + 188s_{\text{N}_2} + 37.5s_{\text{O}_2}$
- ve

- $s_{CO_2} = s_{CO_2} - R \ln \frac{x_{CO_2} P_O}{P_O} = s_{CO_2} - R \ln x_{CO_2} = 267.12 - 8,314 \ln \frac{8}{242.5}$

- $s_{CO_2} = 295.48 \text{ kJ/kmol.K}$

- $s_{H_2O} = s_{H_2O} - R \ln \frac{x_{H_2O} P_O}{P_O} = s_{H_2O} - R \ln x_{H_2O} = 231.01 - 8,314 \ln \frac{9}{242.5}$

- $s_{H_2O} = 258.39 \text{ kJ/kmol.K}$

- $s_{N_2} = s_{N_2} - R \ln \frac{x_{N_2} P_O}{P_O} = s_{N_2} - R \ln x_{N_2} = 226.795 - 8,314 \ln \frac{188}{242.5}$

- $s_{N_2} = 229.01 \text{ kJ/kmol.K}$

- $s_{O_2} = s_{O_2} - R \ln \frac{x_{O_2} P_O}{P_O} = s_{O_2} - R \ln x_{O_2} = 242.12 - 8,314 \ln \frac{188}{242.5}$

- $s_{O_2} = 229.01 \text{ kJ/kmol.K}$

..... olduğundan, yanma sonrası ürünlerin toplam entropisi,

- $S_R = \sum_{\text{çıkan}} (n s)_i = 8 \times 295.48 + 9 \times 258.39 + 188 \times 229.01 + 37.5 \times 257.64$
- $= 57404.73 \text{ kJ/kmol yakıt.K}$
- olarak hesaplanır. Yanma odasına giren yakıtın ve havanın sıcaklıkları ve basınçları da aynı olduğundan motora giren maddelerin entropileri de yine,
- $s_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{sıvı})} = s_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{sıvı})} = 360.575 \text{ kJ/kmol.K}$
- $s_{\text{O}_2} = s_{\text{O}_2} - R \ln \frac{x_{\text{O}_2} P_0}{P_0} = s_{\text{O}_2} - R \ln x_{\text{O}_2} = 205.148 - 8.314 \ln 0.21$
- $s_{\text{O}_2} = 218.12 \text{ kJ/kmol.K}$
- $s_{\text{N}_2} = s_{\text{N}_2} - R \ln \frac{x_{\text{N}_2} P_0}{P_0} = s_{\text{N}_2} - R \ln x_{\text{N}_2} = 191.609 - 8.314 \ln 0.79$
- $s_{\text{N}_2} = 193.57 \text{ kJ/kmol.K}$
- olacaktır.

Motora giren yanma öncesi maddelerin toplam entropisi,

- $S_R = \sum_{giren} (\dot{n}s)_i = 360.575 + 50 \times 218.12 + 188 \times 193.57$
- $S_R = 47657.16$ kJ/kmol yakıt.K
- olarak bulunur. Bu değerlerle 400% teorik hava ile (alev sıcaklığı yaklaşık olarak 962 K'dir) tam yanması durumunda 1 kmol yakıtın ürettiği entropide
- $S_{\text{ürt}} = S_p - S_R = 57404.73 - 47657.16 = 9747.57$ kJ/kmol yakıt.K
- olacaktır. Burada hava miktarı arttıkça çıkış sıcaklığının azaldığını ve **ENTROPİ ÜRETİMİNİN ARTTIĞINI** görmekteyiz.

TEŞEKKÜRLER

cemil.koyunoglu@yalova.edu.tr