

19. Kompresörlerde kullanılacak yağın yanma sıcaklığının en az 200 °C olacağı ve sıkışan hava sıcaklığının da yağın yanma sıcaklığına en fazla 40 °C yaklaşabileceği esasları göz önüne alınırsa, 20 °C sıcaklıkta ve 1 at 'de emilen hava bir kademedede en fazla kaç atmosfere sıkıştırılabilir.

Sıkışan hava sıcaklığı en fazla :

$$t_2 = 200 - 40 = 160 \text{ °C} \Rightarrow 433 \text{ °K}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{k}{k-1}} = 1 \cdot \left(\frac{433}{293} \right)^{1,4}$$

$$p_2 = 3,93 \text{ at}$$

20. Basıncı 1 at olan havayı 2,9 kademe basınç oranı ile 200 at 'e sıkıştıracak kompresörün kaç kademeli olması gerekir.

$$x^n = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow n = \frac{\log \frac{p_2}{p_1}}{\log x} = \frac{\log \frac{200}{1}}{\log 2,9}$$

$$n = 5 \text{ kademe}$$

21. İki kademeli bir kompresör 1 at basınçında ve 20 °C sıcaklıktaki havadan saatte 15000 m³ emerek bunu önce 3 at' e, daha sonra da 7 atmosfere sıkıştırmaktadır. Ara soğutucuda hava 35 °C 'ye soğutulduktan sonra ikinci kademeye verilmektedir.

✓ Adiyabatik çalışan kompresörün tüketeceği enerjisi,

✓ Bu enerjinin alabileceği en küçük değeri

Hesaplayınız.

Birinci kademede yapılan iş :

$$W_1 = \frac{k}{k-1} \cdot 10^4 \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \left[\left(\frac{p_a}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$W_1 = \frac{1.4}{0.4} \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 15000 \left[\left(\frac{3}{1} \right)^{\frac{0.4}{1.4}} - 1 \right] = 193.59 \cdot 10^6 \text{ kpm}$$

İkinci kademede yapılan iş :

$$p_a \cdot V_a = p_1 \cdot V_1 \cdot \frac{T_a}{T_1} = 1 \cdot 15000 \cdot \frac{308}{293} = 15768$$

$$W_2 = \frac{k}{k-1} \cdot 10^4 \cdot p_a \cdot V_a \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_a} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$W_2 = \frac{1.4}{0.4} \cdot 10^4 \cdot 15768 \cdot \left[\left(\frac{7}{3} \right)^{\frac{0.4}{1.4}} - 1 \right] = 151.16 \cdot 10^6 \text{ kpm}$$

toplam iş :

$$W = W_1 + W_2 = (193.59 + 151.16) \cdot 10^6 = 344.75 \cdot 10^6 \text{ kpm}$$

Kompresör işinin en az olması için kademe basınç oranları ve kademelere giren hava sıcaklığının eşit olması gerekir. Bu durumda toplam kompresör işi;

$$W = n \cdot \frac{k}{k-1} \cdot 10^4 \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n} \frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$W = 2 \cdot \frac{1.4}{0.4} \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 15000 \cdot \left[\left(\frac{7}{1} \right)^{\frac{1}{2} \frac{0.4}{1.4}} - 1 \right]$$

$$W = 336.49 \cdot 10^6 \text{ kpm}$$

22. Bir kompresör sıcaklığı 18 °C, basıncı 1 at olan havadan saatte 18000 Nm³ emerek bunu iki kademedede 7 at sıkıştırmaktadır. Kademe basınç oranları ve kademelere giren hava sıcaklıkları eşittir. Kompresör motoru gücünü, ara soğutucuda kullanılacak su miktarını hesaplayınız. İzotermik randıman 0,7, mekanik randıman 0,98 olarak alınacaktır.

Motor gücü :

$$P = \frac{2,303 \cdot 10^4 \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \log \frac{p_2}{p_1}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_{izo} \cdot \eta_{mek}} = \frac{2,303 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 18000 \cdot \log \frac{7}{1}}{3600 \cdot 102 \cdot 0,7 \cdot 0,98} = 1391 \text{ kW}$$

Ara soğutucuda kullanılacak su miktarı :

$$\frac{p_2}{p_1} = x^n \quad \Rightarrow \quad x = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{7}{1} \right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{7}$$

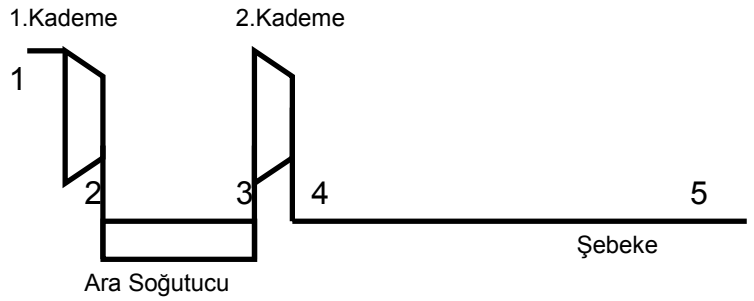
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \Rightarrow \quad T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 291 \cdot \left(\frac{\sqrt{7}}{1} \right)^{\frac{0,4}{1,4}} = 384 \text{ °K} \quad \Rightarrow \quad 111 \text{ °C}$$

$$p \cdot V = m_h \cdot R \cdot T \quad \Rightarrow \quad m_h = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \cdot 10000 \cdot 18000}{29,27 \cdot 291} = 21133 \text{ kg/h hava}$$

$$m_s = 0,24 \cdot \frac{t_{h1} - t_{h2}}{t_{s2} - t_{s1}} \cdot m_h = 0,24 \cdot \frac{111 - 18}{10} \cdot 21133 = 47168 \text{ kg/h su}$$

23. Bir kompresör basıncı 1 at, sıcaklığı 20 °C, rutubet derecesi %75 olan havadan saatte 20000 m³ emerek bunu iki kademe 7 at sıkıştırıyor. Kademe basınç oranları ve kademelere giren hava sıcaklığı eşittir. Şebekedeki ortalama basınç 5,5 at, basınçlı hava sıcaklığı ise 20 °C dir. Basınçlı hava bünyesinde bulunan su nerelerde ve ne miktarda açığa çıkar. 20 °C sıcaklıktaki havanın doymun halde bünyesinde tutabileceği nem miktarı 17,3 gr/m³ tür.

Birinci kademe emilen hava şebekeyi terk edene kadar beş değişik halde bulunur. Bu hallere ait basınç, sıcaklık, hacim değerleri ile taşınan su miktarları aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Hacimler ve kademe sonu sıcaklıkları aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır.



$$\frac{p_4}{p_1} = x^n \Rightarrow \text{kademe basınç oranı } x = \left(\frac{p_4}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{7}{1}\right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{7}$$

$$\text{Kademe sonu sıcaklıklar } T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 293 \cdot (\sqrt{7})^{\frac{0,4}{1,4}} = 387 \text{ °K} \Rightarrow 114 \text{ °C}$$

$$V_x = V_1 \cdot \frac{p_1}{T_1} \cdot \frac{T_x}{p_x} \quad \text{Örneğin } \Rightarrow \quad V_3 = 20000 \cdot \frac{1}{293} \cdot \frac{293}{\sqrt{7}} = 7559 \text{ m}^3$$

1 - Birinci kademeye giren havanın taşıdığı su : $0,75 \cdot 20000 \text{ m}^3 \cdot 17,3 \text{ gr/m}^3 = 259500 \text{ gr}$

2 - Birinci kademedeki çıkan hava ısındığı için 259500 gr suyu daha kolay taşır

3 - Ara soğutucu çıkışında havanın taşıdığı su : $7559 \text{ m}^3 \cdot 17,3 \text{ gr/m}^3 = 130771 \text{ gr}$

4 - İkinci kademedeki çıkan hava ısındığı için 130771 gr suyu daha kolay taşır

5 - Şebekedeki havanın taşıdığı su : $3698 \text{ m}^3 \cdot 17,3 \text{ gr/m}^3 = 63975 \text{ gr}$

	1	2	3	4	5
Basınç	1 at	$\sqrt{7}$ at	$\sqrt{7}$ at	7at	5,5 at
Sıcaklık	20 °C	114 °C	20 °C	114 °C	20 °C
Hacim	20000 m ³	9984 m ³	7559 m ³	3374 m ³	3698 m ³
Taşınan Su	259,5 kg	259,5 kg	130,8 kg	130,8 kg	63,9 kg

Bu durumda; 2. halinde bulunan hava 3. haline geçene kadar, yani ara soğutucuda bünyesindeki suyun bir kısmını bırakır. Ara soğutucuda açığa çıkan su miktarı:

$$259,5 - 130,8 = 128,7 \text{ kg}$$

dır. Kompresörün ikinci kademesi şebekeye bünyesinde 130,8 kg su bulunan havayı verir. Şebeke sonuna gelen hava ise bünyesinde 63,9 kg su taşıyabilir. Aradaki fark;

$$130,8 - 63,9 = 66,9 \text{ kg}$$

şebekede açığa çıkar. Bu su şebekenin düşük kotlu noktalarına konacak su toplama kazanlarında birikir. Basınçlı havanın taşıyabildiği 63,9 kg su ise hava ile birlikte basınçlı hava motorlarına gider.