

В охлаждаемом компрессоре давление неона (Ne , $\mu := 20,18 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$) повышается от $p_1 := 0,14 \text{ МПа}$ до $p_2 := 1,2 \text{ МПа}$. Начальная температура неона $T_1 := 10^\circ \text{C}$ сжатие политропное с показателем политропного процесса $n := 1,4$ трением пренебречь. Производительность компрессора $V_H := \left(70 \cdot \frac{(\text{кг})}{\text{ч}} \right)$. Определить мощность и изотермический КПД компрессора, количество теплоты, отводимой от газа за единицу времени и температуру сжатого неона на выходе из компрессора. Какими бы были температура сжатого неона на выходе из компрессора и затрачиваемая на привод компрессора мощность, если бы сжатие осуществлялось в неохлаждаемом компрессоре. Для определения термодинамических свойств неона воспользоваться молекулярно-кинетической теорией теплоемкости идеального газа.

Решение

Температура сжатого неона на выходе из компрессора (3.32)

$$T_2 := T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 523,12 \text{ К}$$

Удельная газовая постоянная

$$R := \frac{R_m}{\mu} = 0,41202 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

Удельная изохорная теплоемкость

$$c_v := \frac{3}{2} \cdot R = 0,61802 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

Удельная изобарная теплоемкость

$$c_p := c_v + R = 1,03 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

Удельная работа компрессора (10.9)

$$l_K := \frac{n \cdot R \cdot (T_2 - T_1)}{n-1} = 346,05 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Удельная работа изотермического компрессора (10.15)

$$l_{K,t} := R \cdot T_1 \cdot \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) = 250,64 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Изотермический КПД охлаждаемого компрессора (10.14)

$$\eta_{из} := \frac{l_{K,t}}{l_K} = 0,72429$$

Удельная теплота, отведенная от компрессора (10.10)

$$q := c_p \cdot (T_2 - T_1) - l_K = -98,872 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Массовый расход неона

$$m := \frac{V_H \cdot \mu}{22,414 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,017506 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Мощность компрессора (10.2)

$$N := m \cdot l_K = 6,0581 \text{ кВт}$$

Теплота, отведенная от компрессора за единицу времени (10.13)

$$Q := m \cdot q = -1730,9 \text{ Вт}$$

При сжатии в неохлаждаемом компрессоре ($s = \text{const}$) неона

$$k := \frac{5}{3} \cdot \frac{\kappa - 1}{\kappa} = 0,4$$

Температура сжатого неона на выходе из компрессора ($s = \text{const}$)

$$T_{2s} := T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 395,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Удельная работа компрессора

$$l_{ks} := c_p \cdot (T_{2s} - T_1) = 397,14 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Мощность компрессора (10.2)

$$N_s := m \cdot l_{ks} = 6952,5 \text{ Вт}$$

Ответ: $N = 6058,1 \text{ Вт}$ $Q = -1730,9 \text{ Вт}$ $T_2 = 249,97 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\eta_{из} = 0,72429$

для неохлаждаемого компрессора $N = 6058,1 \text{ Вт}$ $T_{2s} = 395,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$