

Môn: Tuabin hơi nước và tuabin khí.
Thời gian: 90'
Ngày thi: 20/12/2012

TS. Trần Văn Hưng



Ghi chú: Sinh viên được sử dụng tài liệu

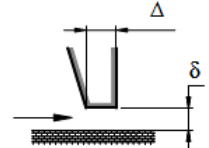
Bài 1. (2 điểm) Vẽ sơ đồ chèn trục tuabin của hệ thống nhiệt điện tại bộ môn Công nghệ nhiệt lạnh. Mô tả hoạt động của hệ thống chèn trục này.

Bài 2. (2,5 điểm) Răng chèn của bộ chèn lát léo có cấu trúc như hình vẽ. Thông số hơi trước bộ chèn là $p_1=16$ bar, $t_1=300$ °C, áp suất sau bộ chèn $p_2=5$ bar.

Tính số lượng răng chèn ít nhất để lưu lượng hơi đi qua bộ chèn không quá 0,6 kg/s.

Biết $d_{ch}=0,36$ m, $\Delta=0,25$ mm, $\delta=0,5$ mm.

Lưu ý: Cần xét cả hai trường hợp: dòng chảy trong khe chèn cuối là dòng dưới âm và dòng chảy trong khe chèn cuối là dòng trên âm.

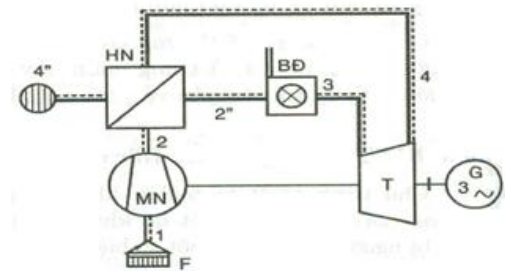


Bài 3. (2 điểm) Tuabin đối áp được điều chỉnh công suất bằng tiết lưu làm việc với các thông số hơi mới $p_0=30$ bar, $t_0=350$ °C. Áp suất đối áp (không đổi) $p_z=6$ bar.

Ở một chế độ vận hành non tải, thông số hơi sau van điều chỉnh là $p_v = 20$ bar.

Tính hệ số tiết lưu hơi nước trong van điều chỉnh và hiệu suất trong tương đối của tuabin trong trường hợp này. Biết hiệu suất trong tương đối của tuabin khi không xét đến sự tiết lưu trong van điều chỉnh $\eta_{oi}^* = 0,75$.

Bài 4. (3,5 điểm) Chu trình thiết bị tuabin khí có thiết bị hồi nhiệt (để gia nhiệt không khí nén trước buồng đốt) làm việc với các thông số sau: Thông số không khí ngoài trời $t_1=25$ °C và $p_1=1$ bar, tỷ số nén của máy nén $\varepsilon=10,5$, nhiệt độ khí trước tuabin $t_3=1050$ °C, độ hồi nhiệt (hiệu suất hồi nhiệt) $R=0,75$,



Các tổn thất áp suất: tổn thất trong buồng đốt $\Delta p_2/p_2=0,03$, tổn thất trên đường xả khí $\Delta p_3/p_1=0,01$, bỏ qua tổn thất ở đầu hút máy nén và trong bộ hồi nhiệt.

Hiệu suất máy nén $\eta_k=0,82$ và tuabin $\eta_{oi}=0,80$; lưu lượng không khí đi qua máy nén $G=12$ kg/s; $c_p=1$ kJ/(kgK); $k=1,4$.

1. Tính công có ích của thiết bị.
2. So sánh hiệu suất nhiệt của chu trình này với chu trình có cùng các thông số nhưng không có bộ hồi nhiệt.

Bài 2. (2,5 điểm)

$\varepsilon=5/16=0,3125$, $p_1=16 \text{ bar}$, $t_1=300 \text{ }^\circ\text{C}$ từ bảng hơi quá nhiệt ta có $v_1=0,1585 \text{ kg/m}^3$,

từ đồ thị 5.10 ta có $\mu=0,75$ (răng chèn loại b, với $\delta/\Delta=2$),

$$F=\pi \cdot d_{\text{ch}} \cdot \delta=3,1416 \cdot 0,36 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}=0,000565 \text{ m}^2 \quad (0,5 \text{ điểm})$$

Nếu dòng chảy trong khe chèn cuối là dòng dưới âm.

Số răng chèn z phải thỏa mãn cả hai điều kiện sau:

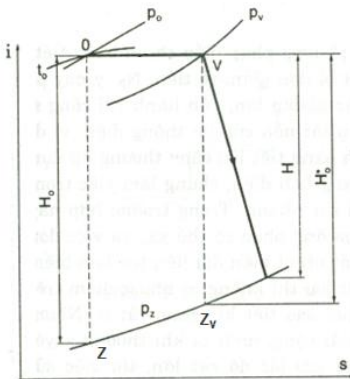
$$\left. \begin{array}{l} 1. \quad \varepsilon > \varepsilon_{th} = \frac{0,82}{\sqrt{z+1,25}} \rightarrow 3,125 > \frac{0,82}{\sqrt{z+1,25}} \rightarrow z > 5,64 \\ 2. \quad G = \mu F \sqrt{\frac{p_1^2 - p_2^2}{p_1 v_1 z}} \leq 0,6 \rightarrow z \geq 4,56 \end{array} \right\} \rightarrow z=6 \quad (1,0 \text{ điểm})$$

Nếu dòng chảy trong khe chèn cuối là dòng trên âm.

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon \leq \varepsilon_{th} = \frac{0,82}{\sqrt{z+1,25}} \rightarrow z \leq 5,635 \\ G = \mu F \sqrt{\frac{p_1}{v_1} \frac{1}{z+1,25}} \leq 0,6 \rightarrow z \geq 3,79 \end{array} \right\} \rightarrow z=4$$

Đáp số $z_{\min}=4$ (1,0 điểm)

Bài 3. (2 điểm)



$$p_0=30 \text{ bar}, t_0=350 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow i_0=3111 \text{ kJ/kg}, s_0=6,735 \text{ kJ/kgK}$$

$$p_z=6 \text{ bar}, s_z=s_0=6,735 \text{ kJ/kgK} \rightarrow i_z=2744,57 \text{ kJ/kg}$$

$$H_0=(i_0-i_z)=3111-2744,57=366,43 \text{ kJ/kg} \quad (0,75 \text{ điểm})$$

$$p_v=20 \text{ bar}, i_v=i_0=3111 \text{ kJ/kg} \rightarrow s_v=6,9106 \text{ kJ/kgK}$$

$$p_{zv}=p_z=6 \text{ bar}, s_{zv}=s_v=6,9106 \text{ kJ/kgK} \rightarrow i_{zv}=2824,47 \text{ kJ/kg}$$

$$H_0^*=(i_v-i_{zv})=3111-2824,47=286,53 \text{ kJ/kg} \quad (0,75 \text{ điểm})$$

$$\eta_{tl}=H_0^*/H_0=286,53/366,43=0,782 \quad (0,25 \text{ điểm})$$

$$\eta_{oi}=\eta_{oi}^*\eta_{tl}=0,782*0,75=0,586 \quad (0,25 \text{ điểm})$$

Bài 4. (3,5 điểm)

1. Quá trình nén.

Quá trình nén lý tưởng:

$$T_2' = T_1 \cdot \varepsilon^{(k-1)/k} = (25 + 273,15) \cdot 10,5^{(1,4-1)/1,4} = 583,72 \text{ K}$$

Quá trình nén thực:

$$T_2 = T_1 + \frac{T_2' - T_1}{\eta_k} = 298,15 + (583,72 - 298,15) / 0,82 = 646,41 \text{ K} \quad (0,50 \text{ điểm})$$

2. Quá trình giãn nở trong tuabin.

Tỷ số giãn nở của khí trong tuabin:

$$\varepsilon_T = \frac{p_3}{p_4} = \frac{p_2 - \Delta p_2}{p_1 + \Delta p_3} = \frac{p_2 (1 - \Delta p_2 / p_2)}{p_1 (1 + \Delta p_3 / p_1)} = 10,5 \cdot \frac{(1 - 0,03)}{(1 + 0,01)} = 10,084$$

Quá trình giãn nở lý tưởng:

$$T_4' = T_3 / \varepsilon^{(k-1)/k} = (1050 + 273,15) / 10,084^{(1,4-1)/1,4} = 683,69 \text{ K}$$

Quá trình giãn nở thực:

$$T_4 = T_3 - \eta_{oi} (T_3 - T_4') = 1323,15 - 0,8(1323,15 - 683,69) = 811,59 \text{ K} \quad (0,75 \text{ điểm})$$

3. Công có ích.

$$L_I = GC_p [(T_3 - T_4) - (T_2 - T_1)] = 12 \cdot 1 \cdot [(1323,15 - 811,59) - (646,41 - 298,15)] = 1959,6 \text{ kW} \quad (0,50 \text{ điểm})$$

4. Nhiệt độ của không khí ra khỏi bộ hồi nhiệt.

$$R = \frac{T_2'' - T_2}{T_4 - T_2}, \quad T_2'' = T_2 + R(T_4 - T_2) = 646,41 + 0,75(811,59 - 646,41) = 770,30 \text{ K} \quad (0,50 \text{ điểm})$$

5. Nhiệt lượng cần cung cấp trong buồng đốt.

Khi không có bộ hồi nhiệt.

$$Q_I = GC_p(T_3 - T_2) = 12.1.(1323,15 - 646,41) = 8120,88 \text{ kW}$$

Khi có bộ hồi nhiệt

$$Q_I' = GC_p(T_3 - T_2'') = 12.1.(1323,15 - 770,30) = 6634,20 \text{ kW} \quad \text{(0,75 điểm)}$$

6. Hiệu suất nhiệt của chu trình.

Khi không có bộ hồi nhiệt.

$$\eta_i = L_I / Q_I = 1959,6 / 8120,88.100 = 24,13\%$$

Khi có bộ hồi nhiệt

$$\eta_i' = L_I / Q_I' = 1959,6 / 6634,20.100 = 29,54\% \quad \text{(0,50 điểm)}$$