



در جدول زیر چیزی ننویسید.

سوال ۱	سوال ۲	سوال ۳	سوال ۴	سوال ۵	سوال ۶	سوال ۷	جمع
۲۳	۸	۱۲	۱۳	۸	۹	۲۷	۱۰۰

سوال ۱: یک نیروگاه بارهای زیر را تغذیه می کند:

زمان بر حسب ساعت	۰-۶	۶-۱۰	۱۰-۱۲	۱۲-۱۶	۱۶-۲۰	۲۰-۲۲	۲۲-۲۴
بار بر حسب مگاوات	۳۰	۷۰	۹۰	۶۰	۱۰۰	۸۰	۶۰

۱. منحنی بار و LDC را رسم کنید.

۲. ضریب بار سیستم را تخمین بزنید.

$$\begin{aligned} \text{مساحت زیر منحنی بار} &= 30 \times 6 + 70 \times 4 + 90 \times 2 + 60 \times 4 + 100 \times 4 + 80 \times 2 + 60 \times 2 \\ &= 180 + 280 + 180 + 240 + 400 + 160 + 120 = 1560 \text{ MWh} \end{aligned}$$

$$\text{میانگین بار} = \frac{1560 \text{ MWh}}{24h} = 65 \text{ MW}$$

$$\text{ضریب بار} = \frac{\text{متوسط بار}}{\text{بار پیک}} = \frac{65}{100} = 0.65$$

۳. اگر تجهیز ۳۰ مگاواتی برای تغذیه بارهای بیشتر از ۷۰ مگاوات استفاده شود، ضریب بار و ضریب استفاده (بهره) آن را محاسبه کنید.

$$\text{انرژی تولیدی توسط تجهیز} = 20 \times 2 + 30 \times 4 + 10 \times 2 = 40 + 120 + 20 = 180 \text{ MWh}$$

$$\text{زمان در حال کار برای تجهیز} = 2 + 4 + 2 = 8 \text{ h}$$

$$\text{میانگین بار} = \frac{180 \text{ MWh}}{8h} = 22.5 \text{ MW}$$

$$\text{ضریب بار} = \frac{22.5}{30} = 0.75$$

$$\text{ضریب بهره} = \frac{\text{انرژی تولیدی}}{\text{ساعات در حال کار} \times \text{ظرفیت واحد}} = \frac{180}{30 \times 8} = 0.75$$

سوال ۲: با رسم منحنی دما - آنتروپی، مراحل یک چرخه کارنو با استفاده از بخار آب را توضیح دهید.

سیکل کارنو از چهار مرحله اصلی تشکیل شده است:

۱ - یک فرآیند دما ثابت برگشت پذیر که گرما از یک منبع با دمای بالا به سیال منتقل می شود (تحول ۲-۳).

۲ - یک فرآیند آدیاباتیک برگشت پذیر انبساطی که با انجام کار در توربین، دمای سیال از دمای منبع گرم به دمای منبع سرد کاهش می یابد (تحول ۳-۴).

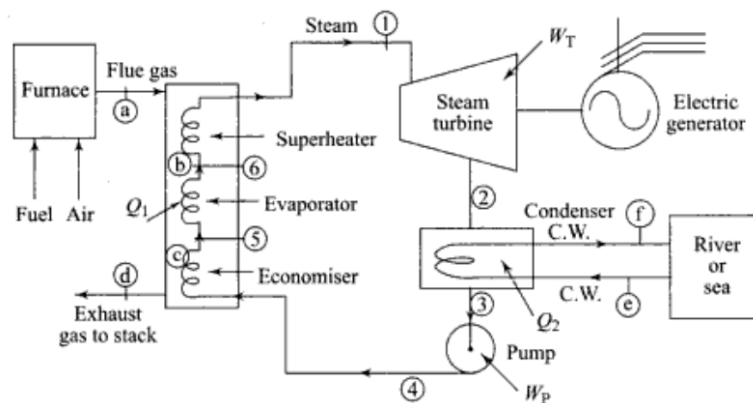


۳-۴.

۳- یک فرآیند دما ثابت برگشت پذیر که گرما از سیال، به منبع با دمای پایین منتقل می شود (تحول ۱-۴).

۴- یک فرآیند آدیاباتیک برگشت پذیر تراکمی که با انجام کار، دمای سیال از دمای منبع سرد به دمای منبع گرم افزایش می یابد (تحول ۱-۲).

سوال ۳: با توجه به شکل زیر بازده چرخه رانکین را بدست آورید.



شکل ۱: نیروگاه بخار ساده برای نمایش سیکل رانکین

با توجه به شکل ۱ برای یک کیلوگرم مایع، می توان معادلات بویلر را به صورت زیر نوشت :

$$h_f + Q_1 = h_1 \Rightarrow Q_1 = h_1 - h_f \quad (1)$$

برای توربین داریم:

$$h_1 = W_T + h_2 \Rightarrow W_T = h_1 - h_2 \quad (2)$$

برای کندانسور معادلات به صورت زیر خواهد بود:

$$h_2 = Q_2 + h_3 \Rightarrow Q_2 = h_2 - h_3 \quad (3)$$

برای پمپ:

$$h_3 + W_P = h_f \Rightarrow W_P = h_f - h_3 \quad (4)$$

در نتیجه بازده سیکل رانکین به صورت زیر خواهد بود:

$$\eta = \frac{W_{net}}{Q_1} = \frac{W_T - W_P}{Q_1} = \frac{(h_1 - h_2) - (h_f - h_3)}{h_1 - h_f} \quad (5)$$

سوال ۴: مقدار نسبت فشار مورد نیاز در یک سیکل ایده آل برای تون را برای تولید ۶۰۰ وات کار شبکه با استفاده از

(الف) هلیوم ($K = 1/659$ و $C_P = 1/250$)

(ب) هوا ($K = 1/4$ و $C_P = 0/24$) بدست آورید. دمای اولیه و ماکزیمم سیکل به ترتیب برابر ۵۰۰ و ۲۵۰۰ درجه است. همچنین نسبت

فشار بهینه برای هر دو گاز را محاسبه کنید.



نام و نام خانوادگی:

شماره دانشجویی:

زمان امتحان: ۹۰ دقیقه

۱. هلیوم

$$\frac{K-1}{K} = 0.3972$$

$$600 = 1/25(2500 - 500 \gamma_P^{0.3972}) \left(1 - \frac{1}{\gamma_P^{0.3972}} \right)$$

یا

$$(\gamma_P^{0.3972})^2 - 5/0.4(\gamma_P^{0.3972}) + 5 = 0$$

با حل معادله بالا دو مقدار بدست خواهد آمد:

$$\gamma_P = 2.16 \text{ و } 26.62$$

$$\gamma_{P_{opt}} = \left(\frac{2500}{500} \right)^{\frac{1/659}{2(1/659-1)}} = 7.58$$

۲. هوا

$$\frac{K-1}{K} = 0.2857$$

$$600 = 0.24(2500 - 500 \gamma_P^{0.2857}) \left(1 - \frac{1}{\gamma_P^{0.2857}} \right)$$

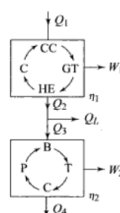
یا

$$(\gamma_P^{0.2857})^2 - (\gamma_P^{0.2857}) + 5 = 0$$

با حل معادله بالا مقادیر مختلط بدست می آید که قابل قبول نیست. یعنی هوا قادر به تولید کار ۶۰۰ وات نیست.

$$\gamma_{P_{opt}} = \left(\frac{2500}{500} \right)^{\frac{1/4}{2(1/4-1)}} = 16.72$$

سوال ۵: با توجه به شکل زیر بازده یک نیروگاه چرخه ترکیبی را با در نظر گرفتن تلفات گرما محاسبه کنید.



شکل ۲: تلفات گرما بین دو نیروگاه



با توجه به شکل فرض کنید که Q_L تلفات گرما بین دو نیروگاه باشد. بازده کل نیروگاه به صورت زیر خواهد بود:

$$\eta = \frac{W_1 + W_2}{Q_1} \quad (۶)$$

همچنین داریم:

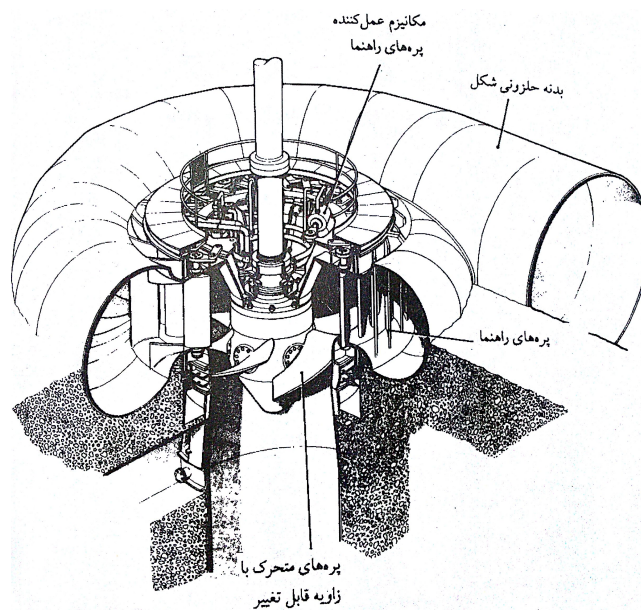
$$\eta_1 = \frac{W_1}{Q_1}, \eta_2 = \frac{W_2}{Q_2}, Q_3 = Q_2 - Q_L = Q_1(1 - \eta_1) - Q_L \quad (۷)$$

بنابراین:

$$\begin{aligned} \eta &= \eta_1 + \eta_2 \frac{Q_2}{Q_1} = \eta_1 + \eta_2 [(1 - \eta_1) - \frac{Q_L}{Q_1}] \\ &= \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2 - \eta_2 x_L \end{aligned} \quad (۸)$$

سوال ۶: شکل زیر نشان دهنده کدام نوع توربین آبی می باشد؟ در مورد آن توضیح دهید.

توربین کاپلان- طرح اساسی این توربین ها را می توان در شکل ۳ مشاهده نمود. خصوصیت اساسی این توربین ها آن است که جریان آب به طور محوری با پره های متحرک برخورد می کند. لوله حلزونی شکل و پره های راهنما دارای طرح و عملکردی مشابه توربین های فرانسس هستند. آب با سرعت زیاد پس از عبور از پره های راهنما و قبل از برخورد به پره های متحرک، جهت محوری پیدا می کند تا حداکثر انرژی خود را به پره های متحرک منتقل نماید. معمولاً تعداد این پره های متحرک بین ۴ تا ۶ عدد می باشد که عموماً در نیروگاه ها قابل تنظیم می باشند. این موضوع باعث بالارفتن بازده این نوع توربین ها می شود و در توربین های بزرگ تا مقدار ۹۴ درصد هم می رسد. با تغییر زاویه پره های متحرک، میزان آب جاری شده تغییر می کند و نهایتاً قدرت مکانیکی محور تغییر می یابد.



شکل ۳: طرح کلی یک توربین آبی

عموماً محور این توربین ها به صورت عمودی نصب می شود که در این حالت، مزایای زیر را به همراه خواهند داشت:

۱. طرح سیستم روغنکاری و یاتاقان ها به سادگی انجام می شود.



۲. نصب و تعمیر ژنراتور به آسانی انجام می شود.

۳. حفاظت توربین و دیگر تجهیزات جانبی با انجام بتن ریزی های محکم انجام می شود.

۴. تجهیزات را می توان بر روی سطح بالای توربین نصب نمود که این موضوع، تعمیرات و نگهداری از تجهیزات را به آسانی مهیا می کند.

۵. غوطه ور نمودن پره های متحرک زیر دم آب خروجی به منظور از بین بردن کاویتاسیون، در مقایسه با غوطه ور نمودن مجموعه کامل با حداقل هزینه عمرانی همراه خواهد بود.

سوال ۷: به سوالات زیر پاسخ کامل دهید:

- قانون اول ترمودینامیک برای سیستم های باز و بسته را توضیح دهید.

- فرمول هزینه کل یک نیروگاه را نوشته و پارامترهای آن را توضیح دهید.

$$C_t = \frac{I + D + T}{100} C_e + (W + R + M) + C_f$$

I: بهره D: استهلاک T: بیمه و مالیات C_e : هزینه ساخت W: حقوق R: هزینه نگهداری و تعمیرات M: هزینه های متفرقه C_f : هزینه سوخت

- راه های افزایش سیکل رانکین را تنها نام ببرید.

- مزایای یک نیروگاه گازی را نام ببرید.

هزینه نصب پایین. زمان نصب کوتاه. به سرعت می توان آن را روشن و یا خاموش نمود. سرعت بالا در پاسخ به بار.

- دسته بندی نیروگاه های برق آبی براساس نوع بار را تنها نام ببرید.

- مراحل پدیده کاویتاسیون را با رسم شکل توضیح دهید.

موفق باشید- آدینه