

Escoamentos em bombas, tubos e canais

6.39 Uma pequena corrente de água a 20°C desce em um penhasco criando uma queda d'água de 100 m de altura. Estime a temperatura no poço sob a queda d'água, desprezando as velocidades horizontais das correntes a montante e a jusante da queda d'água. Qual a velocidade da água imediatamente antes de bater no poço?

6.40 Uma pequena bomba d'água é usada em um sistema de irrigação. A bomba retira água de um rio a 10°C e 100 kPa a uma taxa de 5 kg/s. A descarga da bomba está conectada a um tubo que conduz a água até um canal aberto localizado a 20 m acima do nível do rio. Considere que o processo é adiabático e que a água permanece a 10°C. Determine o trabalho requerido pela bomba.

6.41 A linha municipal de abastecimento de água para um prédio alto está a uma pressão de 600 kPa a 5 m acima do nível do solo. A bomba do prédio aumenta a pressão da água de modo que ela pode ser descarregada no último andar, a 150 m acima do nível do solo, a 200 kPa. Considere uma vazão de 10 kg/s de água líquida a 10°C e despreze qualquer variação na energia cinética e na energia interna u . Determine o trabalho na bomba.

6.42 Considere uma bomba recebendo água líquida a 15°C e 100 kPa e descarregando-a através de um tubo curto de diâmetro constante acoplado a um bocal com diâmetro de saída de 1 cm (0,01 m), para a atmosfera a 100 kPa. Despreze a energia cinética nos tubos e considere u constante para a água. Determine a velocidade de descarga e a vazão mássica se a bomba consome uma potência de 1 kW.

6.43 Uma tubulação de vapor para um prédio com 1500 m de altura recebe vapor superaquecido a 200 kPa ao nível do solo. No último andar, a pressão é de 125 kPa e a perda de calor na tubulação é de 110 kJ/kg. Qual deve ser a temperatura de entrada do vapor superaquecido para que não se forme condensado no interior do tubo?

6.44 Uma ferramenta de corte usa um bocal que gera um jato de água líquida a altíssima velocidade. Considere uma velocidade de 1000 m/s na saída da água líquida a 20°C num jato com 2 mm de diâmetro (0,002 m). Qual é a vazão mássica do jato d'água? Qual o tamanho (potência) da bomba necessária para gerar este jato a partir de um suprimento constante de água líquida a 20°C e 200 kPa?

Escoamento múltiplo, processos em dispositivos unitários

Turbinas, compressores, expansores

6.45 Uma turbina a vapor recebe água a 15 MPa e 600°C, e a uma taxa de 100 kg/s, conforme mostrado na Fig. P6.45. Na extração do meio, 20 kg/s são retirados a 2 MPa e 350°C, e o

restante deixa a turbina a 75 kPa, com um título de 95%. Considerando que não há transferência de calor e que não existem variações na energia cinética, determine a potência total de saída na turbina.

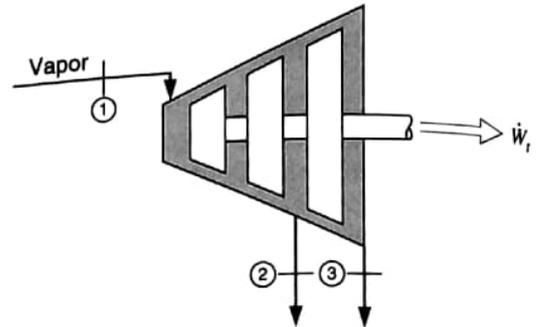


FIGURA P6.45

6.46 Uma turbina recebe vapor de duas caldeiras. A primeira caldeira fornece 5 kg/s de vapor a 3 MPa e 700°C, e a segunda 15 kg/s a 800 kPa e 500°C. O vapor na saída da turbina está a 10 kPa, com um título de 96%. Determine a potência total de saída na turbina adiabática.

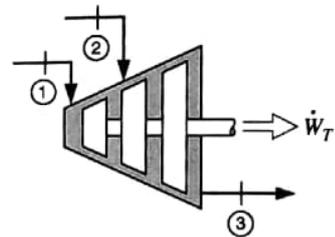


FIGURA P6.46

6.47 A co-geração é frequentemente utilizada quando um suprimento de vapor é requerido em um processo térmico industrial. Considere que um suprimento de 5 kg/s de vapor a 0,5 MPa é necessário. Em vez de gerar este vapor bombeando água líquida através de uma caldeira, o arranjo mostrado na Fig. P6.47 é usado para extrair o vapor requerido de uma turbina de alta pressão. Determine a potência na turbina para esse processo de co-geração.

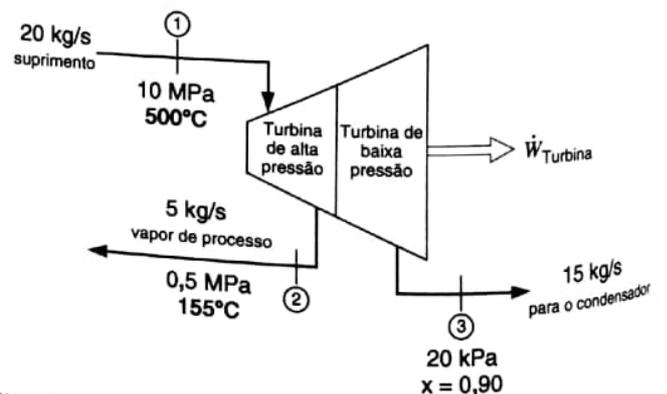


FIGURA P6.47

6.48 Uma grande máquina de expansão recebe, em regime permanente, dois escoamentos de água com baixas velocidades. Vapor de alta pressão com vazão de 2,0 kg/s a 2 MPa e 500°C entra no ponto 1, e 0,5 kg/s de água de resfriamento entra no ponto 2 a 120 kPa e 30°C. Um único escoamento sai no ponto 3 a 150 kPa e com 80% de título, através de um tubo de exaustão com 0,15 m de diâmetro. Determine a velocidade de exaustão e a potência de saída na máquina.

6.49 Dois escoamentos permanentes de ar entram num volume de controle, conforme mostrado na Fig. P6.49. Um escoamento é de 0,025 kg/s a 350 kPa e 150°C, estado 1, e o outro entra a 350 kPa e 15°C; ambos estão escoando com baixa velocidade. Um único escoamento de ar sai a 100 kPa e -40°C, estado 3, através de um tubo com 25 mm de diâmetro. O volume de controle rejeita calor para o meio ambiente a uma taxa de 1,2 kW e produz 4,5 kW de potência. Determine a vazão de ar de entrada no estado 2.

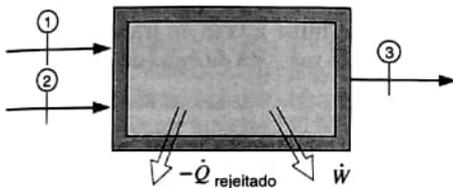


FIGURA P6.49

Trocadores de calor

6.50 Um trocador de calor, mostrado na Fig. P6.50, é usado para resfriar um escoamento de ar de 800 K para 360 K, a uma pressão constante de 1 MPa. O fluido refrigerante é água a 15°C e 0,1 MPa. Se a água sai como vapor saturado, determine a razão entre as vazões $\dot{m}_{\text{água}}/\dot{m}_{\text{ar}}$.

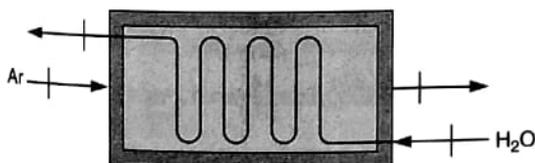


FIGURA P6.50

6.51 Em um superaquecedor, 2,5 kg/s de água são levados do estado de vapor saturado a 2 MPa para o estado de vapor superaquecido a 450°C, num processo isobárico. A energia é fornecida por ar quente a 1200 K escoando no sentido contrário do vapor (um trocador de calor de contracorrente). Determine a menor vazão mássica de ar possível para garantir que sua temperatura de saída seja 20°C maior do que a temperatura da água de entrada.

6.52 Um condensador (trocador de calor) leva 1 kg/s de água a 10 kPa e 300°C para o estado de líquido saturado a 10 kPa, conforme mostrado na Fig. P6.52. O resfriamento é feito pela água de um lago a 20°C que retorna ao lago a 30°C. Para um

condensador com isolamento térmico, determine a vazão da água de resfriamento.

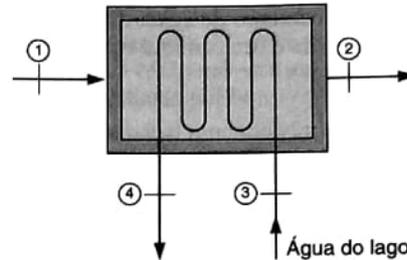


FIGURA P6.52

6.53 Um resfriador em um condicionador de ar leva 0,5 kg/s de ar de 35°C para 5°C, a uma pressão constante de 101 kPa. O ar que sai do resfriador é misturado adiabaticamente com uma corrente de 0,25 kg/s de ar a 20°C e 101 kPa, e o escoamento combinado é lançado em um duto. Determine a transferência de calor no resfriador e a temperatura do ar lançado no duto.

6.54 Nitrogênio líquido a 90 K e 400 kPa escoo em uma sonda usada em cirurgia criogênica. Na linha de retorno, o nitrogênio está a 160 K e 400 kPa. Determine a transferência de calor específica para o nitrogênio. Se a linha de retorno tem uma seção transversal com área 100 vezes menor do que a linha de alimentação, qual é a razão entre as velocidades de saída e de entrada do nitrogênio?

Processos de mistura

6.55 Um desuperaquecedor mistura vapor d'água com água líquida numa razão que produz vapor d'água saturado sem qualquer troca de calor com o meio ambiente. Um escoamento de 0,5 kg/s de vapor superaquecido a 5 MPa e 400°C, e um escoamento de água líquida a 5 MPa e 40°C entram no desuperaquecedor. Se vapor d'água saturado a 4,5 MPa é produzido, determine a vazão de água líquida.

6.56 Uma câmara de mistura com transferência de calor recebe 2 kg/s de R-22 a 1 MPa e 40°C em uma linha e 1 kg/s de R-22 a 30°C com um título de 50% em outra linha com uma válvula. O escoamento único de saída está a 1 MPa e 60°C. Determine a taxa de transferência de calor para a câmara de mistura.

6.57 R-22, como líquido comprimido a 1,5 MPa e 10°C, é misturado com vapor saturado de R-22 a 1,5 MPa num processo em regime permanente. As duas vazões são de 0,1 kg/s e o escoamento na saída está a 1,2 MPa com um título de 85%. Determine a taxa de transferência de calor no processo de mistura.

6.58 Dois escoamentos são misturados para formar um escoamento único. O escoamento no estado 1 é de 1,5 kg/s de água a 400 kPa e 200°C, e o escoamento no estado 2 está a 500 kPa e 100°C. Que vazão mássica no estado 2 produzirá uma saída $T_3 = 150^\circ\text{C}$, se a pressão na saída for mantida em 300 kPa?

6.59 Um aquecedor aberto de água de suprimento de uma usina termelétrica aquece 4 kg/s de água a 45°C e 100 kPa pela sua mistura com vapor extraído de uma turbina a 100 kPa e 250°C. Considere que o escoamento de saída do aquecedor é líquido saturado à pressão dada e determine a vazão mássica na extração da turbina.

6.60 Uma câmara de mistura com isolamento térmico recebe 2 kg/s de R-134a a 1 MPa e 100°C de uma linha com baixa velocidade. Em uma segunda linha, escoo R-134a como líquido saturado a 60°C, que também entra na câmara de mistura a 1 MPa, após passar por uma válvula de expansão. O escoamento na saída da câmara é vapor saturado a 1 MPa e a 20 m/s. Determine a vazão na segunda linha.

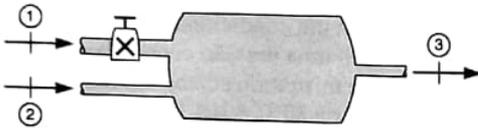


FIGURA P6.60

6.61 Uma câmara de mistura recebe 2 kg/s de R-134a a 1 MPa e 100°C de uma linha com baixa velocidade. Em uma segunda linha, escoo 1 kg/s de R-134a como líquido saturado a 60°C, que também entra na câmara de mistura a 1 MPa, após passar por uma válvula de expansão. Calor é transferido de forma que o escoamento de saída é vapor saturado a 1 MPa e a 20 m/s. Determine a taxa de transferência de calor e o diâmetro do tubo de saída.

6.62 Para manter um motor a jato refrigerado, uma tomada de ar é feita externamente à câmara de combustão. Admita que 2 kg/s de ar quente a 2000 K e 500 kPa sejam misturados com 0,5 kg/s de ar a 500 K e 500 kPa sem qualquer transferência externa de calor. Determine a temperatura do ar na saída utilizando o calor específico constante da Tabela A.5 e repita o cálculo usando valores da Tabela A.7.

Dispositivos múltiplos, processos cíclicos

6.63 Os dados seguintes são para uma usina termelétrica simples a vapor conforme mostrado na Fig. P6.63. O estado 6 tem $x_6 = 0,92$ e uma velocidade de 200 m/s. A vazão de vapor é de 25 kg/s, com 300 kW de potência consumida pela bomba. Os diâmetros das tubulações são de 200 mm, do gerador de vapor até a turbina, e de 75 mm, do condensador até o economizador e gerador de vapor. Determine a velocidade no estado 5 e a potência de saída na turbina.

Estado	1	2	3	4	5	6	7
P , kPa	6200	6100	5900	5700	5500	10	9
T , °C		45	175	500	490		40
h , kJ/kg		193,7	744	3426	3404		167,5

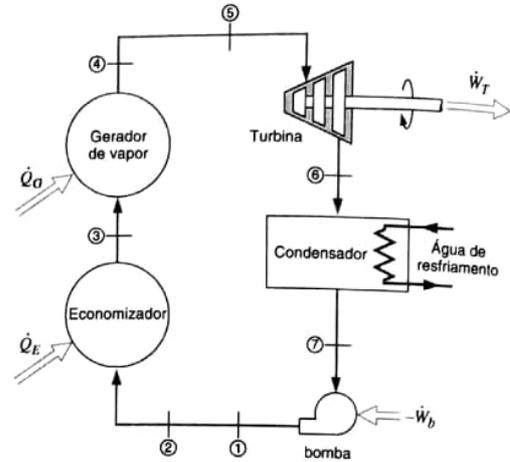


FIGURA P6.63

6.64 Para a usina termelétrica a vapor mostrada no Problema 6.63, considere que a água de refrigeração vem de um lago a 15°C e retorna a 25°C. Determine a taxa de transferência de calor no condensador e a vazão mássica da água de refrigeração proveniente do lago.

6.65 Para a usina termelétrica a vapor mostrada no Problema 6.63, determine a taxa de transferência de calor no economizador, que é um trocador de calor de baixa temperatura. Determine também a taxa de transferência de calor necessária no gerador de vapor.

6.66 Um diagrama de fluxo simplificado para uma usina termelétrica nuclear é dada na Fig. P6.66. As vazões mássicas e os vários estados no ciclo são mostrados na seguinte tabela:

Ponto	\dot{m} , kg/s	P , kPa	T , °C	h , kJ/kg
1	75,6	7240	vapor sat.	
2	75,6	6900		2765
3	62,874	345		2517
4		310		
5		7		2279
6	75,6	7	33	
7		415		140
8	2,772	35		2459
9	4,662	310		558
10		35	34	
11	75,6	380	68	
12	8,064	345		2517
13	75,6	330		
14				349
15	4,662	965	139	584
16	75,6	7930		565
17	4,662	965		2593
18	75,6	7580		688
19	1386	7240	277	
20	1386	7410		1221
21	1386	7310		