

PMT3532 -



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo

ipen
Ensino

Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência I- Exercícios- Aula 08

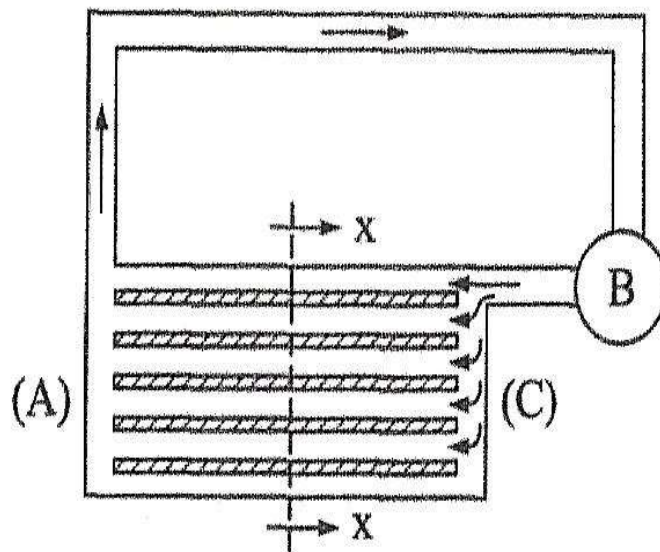


Prof. Dr. Alfredo Alvim
CEN- Centro Engenharia Nuclear
IPEN/CNEN- MCTIC

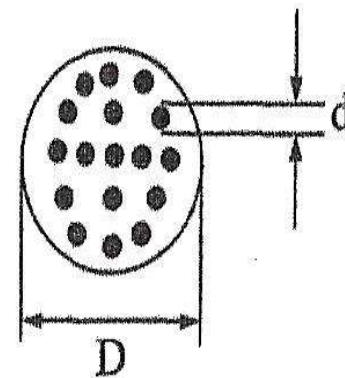
Exercícios:

Entre A e C do circuito hidráulico da figura está um conjunto de elementos combustíveis usado em reatores nucleares. Desprezam-se as perdas no resto do circuito e são dados: $N_B = 18 \text{ kW}$; $\eta_B = 0,75$; $H_{pC,A} = 135 \text{ m}$; $D = 10 \text{ cm}$; $v = 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$; $L_{CA} = 24 \text{ m}$; $d = 1,5 \text{ cm}$; $\gamma = 10^4 \text{ N/m}^3$.

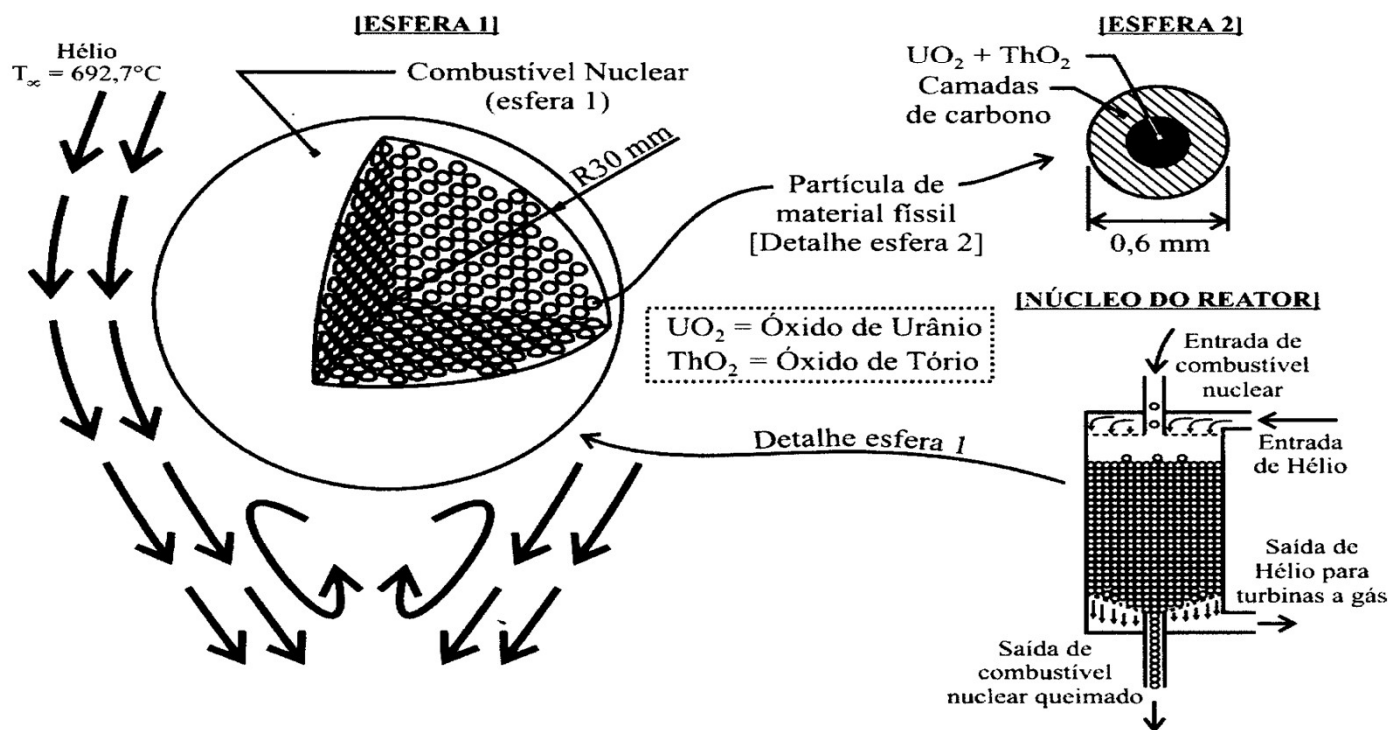
Calcular a rugosidade equivalente k dos materiais de que são feitos os tubos externos e internos.



Corte x-x
28 barras de combustível sólido.
O fluido escoá entre as barras.



EX A1.117 (P3 – 1º.Semestre 2012 – Disciplina ME4120) Em um reator nuclear denominado de *Pebble-Bad Reactor* é utilizado um combustível nuclear composto por esferas de 6 cm de diâmetro (denominado no desenho de esfera 1). O combustível nuclear (esfera 1) é composto por 11000 esferas menores (indicadas no desenho como esfera 2) de 0,6 mm de diâmetro e o material que realiza fissão é armazenado no centro desta e envolto por uma camada de carbono (veja a figura), cada esfera menor transfere, em regime permanente 0,11W para o combustível nuclear (esfera 1). Em condições de regime permanente o núcleo do reator é refrigerado por hélio a uma pressão de 80 bar, vazão em massa de 120 kg/s e temperatura média de 692,7°C. O coeficiente de transferência de calor entre o combustível nuclear (esfera 1) e o hélio é estimado em 450 W/m²K. Como uma aproximação, suponha regime permanente, transferência de calor unidimensional, despreze os efeitos da radiação e do contato entre as esferas.



Determine: (a) Qual é a quantidade de calor gerado no combustível nuclear (esfera 1) por unidade de volume? (b) Qual é a temperatura na superfície do combustível nuclear (esfera 1)? (c) Como uma aproximação grosseira, adote que a esfera 1 seja homogênea com condutividade térmica uniforme e constante igual a 105 W/m.K e determine a temperatura no centro da mesma.

Respostas: (a) $10,698 \cdot 10^6 \text{ W/m}^3$; (b) $930,45^\circ\text{C}$; (c) $945,73^\circ\text{C}$

Lista de Exercícios

1) Um reator nuclear refrigerado a água pressurizada (PWR) fornece uma potência térmica de 3600 MW. O núcleo deste reator, com formato cilíndrico, possui um total de 193 elementos combustíveis, cada qual contendo 204 varetas. A altura do núcleo é igual a 4 m e o diâmetro do combustível nuclear encapsulado em cada vareta é igual a 9,2 mm. A razão entre os valores máximo e médio do fluxo de nêutrons térmicos no núcleo do reator é igual a 2. Calcule a taxa volumétrica máxima de liberação de energia verificada no núcleo deste reator.

2) Em um elemento combustível tipo placa com 1 m de comprimento e 5 cm de largura, o combustível nuclear com espessura de 5 mm se encontra emoldurado em ambos os lados por um revestimento com espessura de 1,2 mm. As condutividades térmicas do combustível nuclear e do material de revestimento são respectivamente iguais a 32 W/m.⁰C e 19 W/m.⁰C. Sendo a temperatura máxima do combustível igual a 370 ⁰C e a temperatura na superfície externa do revestimento igual a 315 ⁰C, calcule o calor conduzido através da superfície de revestimento em cada lado da placa.

Lista de Exercícios

3) Uma vareta combustível cilíndrica é constituída pela parte interna, com diâmetro de 1,02 cm e na qual está contido o combustível nuclear, envolvida por um revestimento de Zircaloy com espessura igual a 0,635 mm. A temperatura ao longo do eixo central da parte interna atinge 1871°C e a taxa volumétrica de liberação de energia na vareta perfaz $4,40 \cdot 10^8 \text{ W/m}^3$. Não há espaçamento algum entre o combustível nuclear e a superfície interna do revestimento. A condutividade térmica do combustível nuclear (óxido) é igual a $1,90 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ e a condutividade térmica do Zircaloy é $9,81 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. A partir destes dados, calcule : a) a temperatura na superfície do combustível nuclear; b) a temperatura na superfície externa do revestimento.

4) Um elemento combustível tipo placa é formado por uma camada de combustível nuclear com espessura de 0,51 cm emoldurada em ambos os lados por um revestimento com espessura de 0,635 mm. As condutividades térmicas do combustível nuclear e do material de revestimento são respectivamente iguais a $17,8 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ e $10,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. O coeficiente de transferência de calor para o refrigerante por intermédio de convecção é $2,051 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$. Se a temperatura máxima do combustível é 427°C e a temperatura da massa de fluido refrigerante alcança 318°C , calcule : a) a energia transferida para este fluido por unidade de tempo e por unidade de área do elemento combustível; b) a temperatura na superfície externa do revestimento.

Lista de Exercícios

- 5) A taxa volumétrica de liberação de energia em uma vareta combustível cilíndrica, com raio igual a 0,6 cm, perfaz 500 W/cm^3 . A temperatura da superfície da vareta é 300°C , enquanto a temperatura da massa de fluido refrigerante que a envolve é 250°C . Determine : a) a taxa de transferência de energia por unidade de comprimento através da superfície desta vareta; b) o valor do coeficiente de transferência de calor.
- 6) Em reatores nucleares nos quais pode ocorrer ebulição da água refrigerante no interior do núcleo, qual é o significado do fluxo de calor denominado desvio da ebulição nucleada (DNB) ? O que pode ocorrer em um reator nuclear caso este fluxo de calor venha a ser excedido ?
- 7) Quais são as características que uma substância usada como refrigerante para reatores nucleares deve possuir ? Enumere cinco substâncias utilizadas com esta finalidade.
- 8) Uma usina nucleoeletrica cujo reator é refrigerado a gás fornece uma potência térmica de 1500 MW. Nesta usina, a eficiência combinada do ciclo de vapor e dos turbo-geradores totaliza 35%, a potência necessária para acionar as bombas de refrigeração do reator perfaz 50 MW e a eficiência eletromecânica dos motores das bombas é igual a 90%. Calcule : a) a potência elétrica fornecida pela usina; b) a eficiência térmica geral da usina.

FIM 8ª AULA
até semana que vem
se cuidem

