

Projetos de Convecção

Prof: Rafael Gabler Gontijo

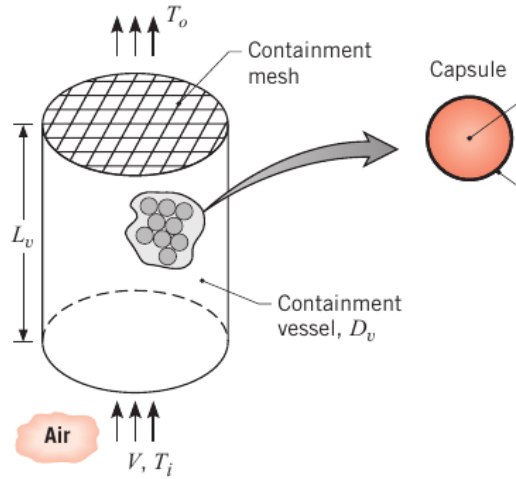
November 2, 2020

Abstract

Esse roteiro apresenta propostas de projetos de engenharia que deverão ser desenvolvidos pelos alunos em Grupos. Esses projetos apresentam ideias de dispositivos de engenharia que visem atender a solução de problemas reais. Cada grupo deverá projetar todos os detalhes de cada dispositivo. Os alunos deverão incluir no seu projeto um memorial de cálculo com todas as análises e estimativas das quantidades físicas necessárias ao perfeito funcionamento dos dispositivos projetados, além de planilhas orçamentárias com o custo de cada componente do sistema projetado. O memorial de cálculo deverá conter desenhos técnicos, esquemáticos, contas detalhadas e explicadas, gráficos, tabelas e demais informações que os integrantes de cada grupo acharem pertinentes para que o cliente de posse desse projeto possa montar o dispositivo projetado. Os alunos deverão pesquisar pelas informações que não foram dadas explicitamente nas propostas de temas de projeto. Os dados fornecidos para cada grupo serão mínimos e os alunos na condição de futuros engenheiros deverão ser capazes de utilizar uma mistura de pesquisa e bom senso para estimar dados necessários à operacionalização das contas e que por ventura não foram dados nas exigências de cada projeto.

1 Projeto 1: secador de convecção forçada de grãos de pimenta do reino

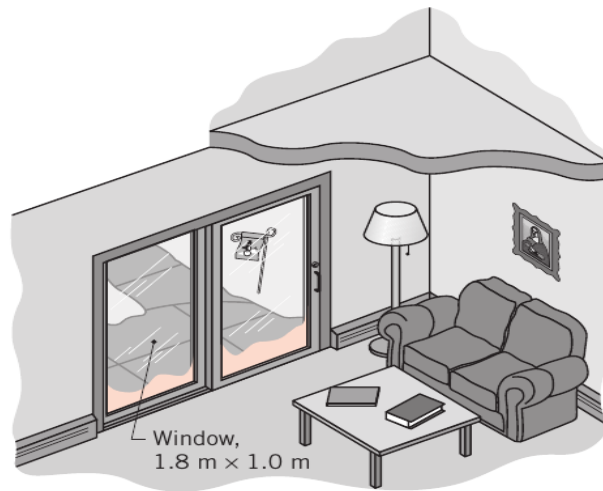
A pimenta do reino é uma das mais importantes especiarias comercializadas mundialmente, sendo o Brasil um dos maiores produtores. Uma das etapas do processo produtivo desse produto consiste na secagem dos grãos que quando colhidos ainda se encontram muito úmidos. No território Brasileiro a maioria dos grãos ainda são secados ao sol ou por meio de processos mecânicos de vibração dos grãos para retirada de umidade. Uma metodologia mais



eficiente para a secagem desses grãos consiste no uso de um secador de convecção forçada que sopra ar a uma temperatura e velocidade controladas para retirar a umidade de um leito de enchimento preenchido com grãos de pimenta do reino. O seu desafio consiste em projetar um secador por convecção forçada que consiga realizar a secagem de 1 tonelada de grãos por dia. Considere para fins de projeto do secador os seguintes dados dos grãos: massa específica $\rho_g = 1,135g/cm^3$, diâmetro médio $d_g = 7,24mm$, condutividade térmica $k_g = 0,03W/m.K$. A porosidade do leito é de $\varepsilon = 0,35$. Seu projeto deverá conter estimativas da variação da umidade dos grãos em função do tempo em minutos para diferentes condições de operação de temperatura e velocidade do fluxo de ar de entrada, desenhos técnicos com as especificações geométricas do leito, custo dos componentes e demais dados que sua equipe julgar necessários para uma boa especificação do projeto.

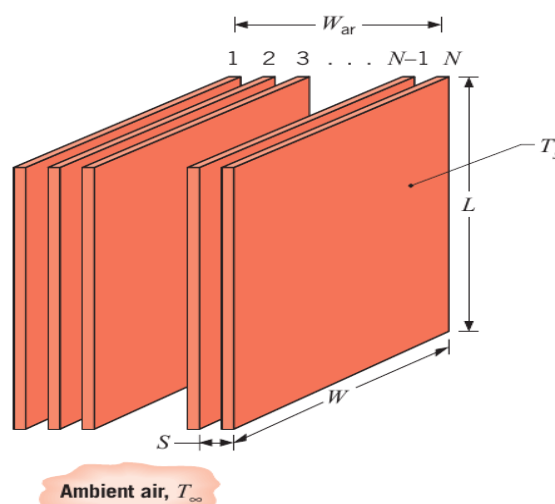
2 Projeto 2: sistema de aquecimento solar residencial

Você deve projetar um sistema de aquecimento solar para uma residência contendo uma piscina de 20 mil litros que deve ter sua temperatura interna variando entre $25^\circ C$ e $35^\circ C$ e que seja capaz de alimentar os chuveiros de uma casa com uma família de 4 pessoas. Esse sistema pode até ter o uso combinado de energia elétrica para dar conta dessa demanda em tempos de menor intensidade solar, mas o custo com a energia elétrica auxiliar para fins de complementação da energia solar deve ser de no máximo 30% do



custo normal de aquecimento de água para essa mesma família. Você deve aqui projetar todo o sistema de aquecimento especificando a área dos painéis solares, o tipo de painel a ser utilizado, a bomba para movimentação do fluxo de água, a quantidade de dutos, etc.

3 Projeto 3: sistema de aquecimento em ambientes frios por convecção natural para um hotel



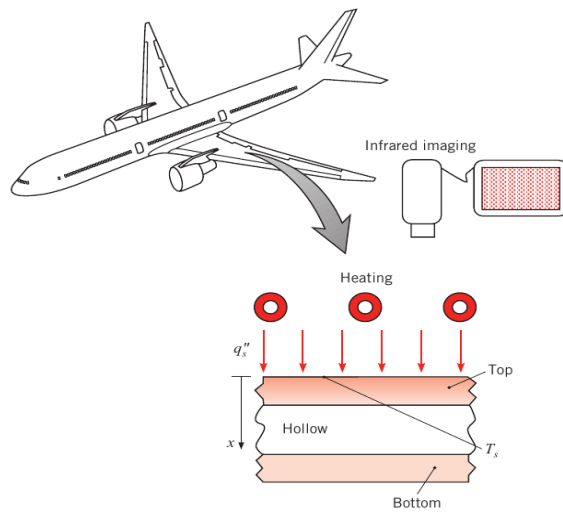
Você deve projetar um sistema de aquecimento de ambientes internos que opere segundo princípio de convecção natural e que seja operacional em países com invernos rigorosos. Como referência considere que esse dispositivo deve ser capaz de operar nas regiões mais frias da América do Sul. O seu sistema deve ser capaz de manter uma temperatura confortável um hotel com 20 quartos de $4m \times 4m \times 2.5m$ e espaço coletivo de $150 m^2$ com pé direito de 2.5m nas áreas de uso comum. Sua solução pode envolver tanto o uso de resistências elétricas quanto de recirculação de água quente. Caso opte por uma opção que envolva a recirculação de água quente você pode usar um misto de diferentes fontes quentes como energia solar, queima de lenha ou energia elétrica para aquecimento de água. Seu projeto deverá conter uma descrição detalhada de cada dispositivo usado: bombas, tubulações, placas de cobre, etc.

4 Projeto 4: sistema de descongelamento de asas de aeronaves

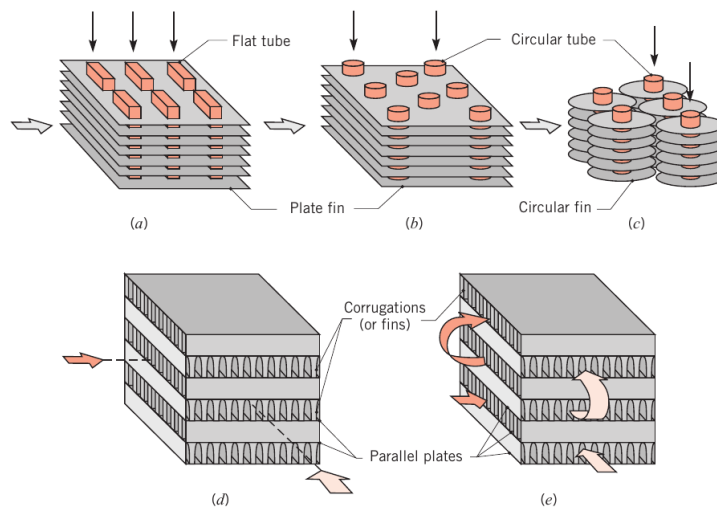
Um problema comum para aeronaves voando em grandes altitudes é o congelamento das asas e de eventuais dispositivos de medição das condições atmosféricas. Seu objetivo é projetar um sistema de descongelamento das asas de um avião comercial que utilize o calor residual das turbinas para evitar o congelamento da umidade ambiente em grandes altitudes. Como referência considere um boeing 737 como estudo de caso. Seu projeto deverá conter desenhos detalhados de todo o sistema bem como um orçamento de sua implementação. É importante que o seu dispositivo de troca perturbe o mínimo possível a geometria do avião por questões aerodinâmicas.

5 Projeto 5: trocador de calor compacto para uso em plataformas de petróleo

Um problema comum na indústria do petróleo é a alocação de equipamentos em plataformas marítimas. O metro quadrado mais caro do mundo é certamente o de uma plataforma de petróleo. No entanto, para que uma plataforma opere ela deve conter uma série de dispositivos de engenharia como turbinas a gás para geração de energia, bombas, trocadores de calor, separadores, etc. Nesse sentido, existem teorias e técnicas de projeto de trocadores de calor exclusivas para trocadores compactos. A sua missão aqui consiste no projeto do menor trocador de calor compacto que você conseguir



para aplicação em plataformas de petróleo. Seu trocador de calor deverá aproveitar os gases de exaustão de uma turbina a gás para aquecer uma vazão de 1kg/s de água de 290K à 370K , a área frontal do seu trocador compacto não pode exceder 0.3m^2 . Aqui você deve dar todos os detalhes da geometria do seu trocador com desenhos técnicos, 3D, cálculos de projeto, estimativas dos coeficientes de transferência de calor interno e externos e do volume do trocador.



6 Projeto 6: sistema de armazenamento de energia de um reator nuclear

Existe um modelo bem interessante de reator nuclear que se utiliza do princípio de armazenamento de energia em leitos de enchimento. Esse modelo é chamado em inglês de *pebble-bed reactor*, que numa tradução literal poderia ser traduzido para o português como reator de cama de seixos. Na verdade, esse reator opera segundo o uso de pequenos elementos esféricos chamados *pebble* que são basicamente pequenas esferas com núcleo de material radioativo, como óxido de urânio, revestidas com uma camada de grafite que atua como moderador (não gerador de energia). Essas partículas geram energia pelo processo de fissão nuclear em cadeia. Um gás inerte, como o Hélio escoa então pelo interior do reator para resfriar o núcleo de maneira segura armazenando energia das milhares de esferas radioativas. Seu projeto consiste em dimensionar um reator nuclear que opere segundo esse princípio, contendo partículas esféricas com um núcleo de 50mm de óxido de Urânio e sejam revestidas com uma camada de 5mm de grafite. Considere para fins de projeto que o reator será resfriado com Hélio pressurizado. O Hélio entra no reator com uma pressão de 40bars , temperatura de 450°C e velocidade de 3.2m/s e deve trocar 125MW de energia térmica com o leito. Você deverá especificar as dimensões do reator, bem como a porosidade do leito, o número de esferas radioativas, o coeficiente convectivo médio, e a temperatura de saída do gás. Para fins de controle das taxas de troca de calor você deverá também plotar no seu memorial de cálculo uma curva da taxa de troca de calor entre o gás e o leito do reator em função da velocidade de entrada do gás. Seu projeto deverá apresentar também um desenho técnico do reator e imagens ilustrativas do arranjo das esferas no leito.

