Cálculo do Sistema de Ventilação da Aeronave

Autor(res)

Antonio Carlos De Oliveira Cruz Júnior

Categoria do Trabalho

1

Instituição

FACULDADE ANHANGUERA DE JACAREÍ

Introdução

Os sistemas de ventilação em aeronaves são essenciais para garantir o conforto e a segurança dos passageiros e da tripulação, além de manter condições operacionais adequadas para os equipamentos a bordo. Esses sistemas regulam a pressão, a temperatura e a umidade do ar na cabine, enfrentando desafios como altitudes elevadas, variações extremas de temperatura e a necessidade de renovação constante do ar. Este trabalho aborda o cálculo do sistema de ventilação de uma aeronave, considerando princípios termodinâmicos e propriedades do ar comprimido, com base em conceitos apresentados em materiais
de engenharia térmica.

Objetivo

O objetivo deste estudo é dimensionar um sistema de ventilação para uma aeronave comercial, calculando o fluxo de ar necessário para manter condições adequadas de pressão, temperatura e umidade na cabine, utilizando a equação de estado dos gases e outros cálculos termodinâmicos.

Material e Métodos

Para realizar o dimensionamento, foram utilizados os seguintes materiais e métodos:
• Dados de projeto: Aeronave comercial com capacidade para 150 passageiros, volume da cabine de 200 m^3, altitude de cruzeiro de 10.000 m, temperatura externa de-50°C (223 K), pressão externa de 26.5 kPa, e condições internas desejadas de 25°C (298 K), pressão de 75 kPa e umidade relativa de 50%.
• Fórmulas utilizadas:– Equação de estado dos gases: $PV = nRT$, onde P é a pressão (Pa), V é o volume (m^3), n é o número de moles (mol), $R = 8{,}314 J/(mol \cdot K)$ é a constante universal dos gases, e T é a temperatura (K).– Cálculo do fluxo de ar: Taxa de renovação de ar de 0.01 m^3/s por passageiro.– Conversão de pressão para psi: 1psi = 6894,76Pa.
• Método:
1. Determinação do fluxo de ar necessário com base na taxa de renovação.
2. Cálculo da pressão e da massa de ar na cabine usando a equação de estado
dos gases.
3. Análise da energia térmica necessária para manter a temperatura desejada.

Resultados e Discussão

O cálculo do fluxo de ar necessário considera 150 passageiros, cada um requerendo 0.01 m³/s, resultando em um fluxo total de: Q=150×0.01 = 1.5m3/s.

Para determinar a pressão na cabine (75 kPa), utilizou-se a equação de estado dos gases para calcular a massa de ar necessária no volume da cabine (200 m³) a 298 K:

PV =nRT

Substituindo os valores:

n = 75,000×200

8.314 × 298 = 15,000,000

2, 477.572 6,053.6mol.

A massa de ar (m) é calculada considerando a massa molar do ar (aproximadamente

0.029 kg/mol):

m=n×0.029 =6,053.6×0.029 175.55kg.

Convertendo a pressão para psi:

Ppsi = 75,000

6, 894.76 10.88psi.

Para manter a temperatura de 25°C, considerando a entrada de ar externo a-50°C, é necessário aquecer o ar. A energia térmica (Q) para elevar a temperatura do ar (massa específica de 1.185 kg/m³ a 223 K) é dada por:

Q=m·cp·T,

onde cp = 1,005kJ/kg·K, T = 298 223 = 75K, e a massa de ar por segundo (m =1.5×1.185 = 1.7775kg/s):

Q=1.7775×1,005×75 133.89kJ/s.

Esses resultados indicam que o sistema de ventilação deve fornecer 1.5 m³/s de ar a 10.88 psi, com um aporte energético de aproximadamente 133.89 kW para manter a temperatura desejada. A umidade relativa de 50% exige sistemas de controle adicionais, como umidificadores, para evitar corrosão e garantir o conforto.

Conclusão

O dimensionamento do sistema de ventilação da aeronave foi realizado com sucesso, de terminando um fluxo de ar de 1.5 m³/s, uma pressão de 10.88 psi e uma necessidade energética de 133.89 kW para manter as condições internas desejadas. Esses cálculos demonstram a importância de aplicar princípios termodinâmicos para garantir a eficiência e a segurança em sistemas aeronáuticos. Futuros estudos podem explorar a integração de tecnologias sustentáveis, como compressores mais eficientes, para reduzir o consumo
energético.

Referências

Anderson, J. D. (2017). Introduction to Flight (8th ed.). McGraw-Hill Education.

ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment (2020). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). Thermodynamics: An Engineering Approach (8th ed.). McGraw-Hill Education.