

Relatório Técnico de Dimensionamento: Coalescedor Fibroso sob Pior Cenário Operacional

Critérios de Entrada e Condições Críticas de Projeto

November 29, 2025

1 Introdução e Objetivo

O dimensionamento de equipamentos de separação de fases, como o coalescedor de cartucho de fibra de borossilicato, deve ser baseado nas **condições mais desfavoráveis** (Pior Cenário Operacional). O objetivo é garantir que o equipamento possua a área superficial e o volume adequados para processar a vazão máxima de gás e drenar o líquido coalescido sem falhar na eficiência de separação (re-arraste), mantendo a integridade estrutural sob a pressão de projeto.

2 Critério de Dimensionamento: O Pior Cenário

O pior cenário para o dimensionamento funcional (determinação da área de fluxo) de um coalescedor gás-líquido é a condição que resulta na **maior vazão volumétrica** ($Q_{V,Total}$), pois isso impõe a maior velocidade ao gás.

A vazão volumétrica é inversamente proporcional à densidade da mistura gás/vapor (ρ_{mix}):

$$Q_{V,Total} = \frac{Q_{\dot{m},Máx}}{\rho_{mix}}$$

A densidade (ρ_{mix}) é calculada pela Lei dos Gases ($\rho \propto P/T$). Portanto, a condição mais crítica é:

- **Pressão Mínima de Operação ($P_{mín}$):** Resulta na menor densidade (ρ_{mix}).
- **Temperatura Máxima de Operação ($T_{máx}$):** Resulta na menor densidade (ρ_{mix}).

O coalescedor é dimensionado para operar com sucesso na $Q_{V,Total}$ máxima gerada por $P_{mín}$ e $T_{máx}$, evitando o **re-arraste** do líquido coalescido para o TSA a jusante.

3 Elementos de Entrada Necessários para o Dimensionamento

As informações de entrada são divididas em três categorias essenciais para determinar o **Número de Elementos** (N_{Elem}) e as **Dimensões do Vaso** (D_{Shell}).

3.1 1. Condições de Processo Críticas (Pior Cenário)

Table 1: Condições de Processo Mínimas para Dimensionamento

Parâmetro	Descrição/Requisito	Pior Cenário Utilizado
Vazão Mássica de Projeto ($Q_{\dot{m}}$)	A máxima vazão de H_2 que o sistema pode produzir (kg/h).	Vazão Mássica Máxima ($Q_{\dot{m},\text{Máx}}$)
Pressão Mínima de Operação ($P_{\text{mín}}$)	A menor pressão operacional que o gás pode atingir (bar).	Pressão Mínima ($P_{\text{mín}}$)
Temperatura Máxima de Operação ($T_{\text{máx}}$)	A maior temperatura operacional esperada do gás ($^{\circ}\text{C}$).	Temperatura Máxima ($T_{\text{máx}}$)
Pressão Máxima de Operação ($P_{\text{máx, op}}$)	A pressão mais alta que o vaso irá operar.	Usada para calcular a Pressão de Projeto (P_{Design})
Vazão Volumétrica de Líquido ($Q_{V,\text{liq, máx}}$)	A máxima carga de água líquida que o KOD permite passar (m^3/h).	Usada para dimensionar a Capacidade de Drenagem

3.2 2. Propriedades e Adsorção

Table 2: Propriedades Calculadas e Requisitos de Desempenho

Parâmetro	Descrição e Impacto
Densidade da Mistura (ρ_{mix})	Densidade do H_2 /Vapor d'Água calculada em $P_{\text{mín}}/T_{\text{máx}}$. Fator primário para a $Q_{V,\text{Total}}$.
Vazão Volumétrica Total ($Q_{V,\text{Total}}$)	$\frac{Q_{\dot{m},\text{Máx}}}{\rho_{\text{mix}}}$. O valor determinante para o dimensionamento do N_{Elem}.
Eficiência de Remoção (η)	Requisito mínimo: 99.99% para $\leq 0.1 \mu\text{m}$. Define a qualidade e o custo do elemento coalescedor.
Viscosidade do Gás (μ_g)	Viscosidade do H_2 na P e T de operação. Utilizada para modelar a Queda de Pressão (ΔP) .

3.3 3. Dados de Referência do Elemento (Fabricante)

O dimensionamento final é impulsionado por informações fornecidas pelo fabricante do elemento de Borossilicato de alta eficiência.

- **Vazão Específica Máxima ($Q_{\text{Específica}}$):** Vazão volumétrica máxima por cartucho ($\text{m}^3/\text{h}/\text{elemento}$) que o fabricante garante a eficiência e a ΔP aceitável.
- **Capacidade de Drenagem Líquida:** Volume máximo de líquido que o cartucho pode processar e drenar sem re-arraste ($\text{m}^3/\text{h}/\text{elemento}$).
- **Dimensões do Elemento (D_{Elem} , L_{Elem}):** Utilizadas para estimar as dimensões físicas do vaso.
- **Temperatura Máxima do Meio ($T_{\text{máx, limite}}$):** Limite imposto pelo material do elemento (fibras, selos e ligantes) para garantir a integridade.

4 Conclusão de Engenharia

O dimensionamento requer a determinação do **Número de Elementos (N_{Elem})** pelo requisito **mais limitante** entre:

1. O volume de gás máximo a ser processado ($Q_{V,\text{Total}}$ em $P_{\text{mín}}/T_{\text{máx}}$).
2. A capacidade total de drenagem de líquido necessária para a carga máxima.

O número maior obtido governa o dimensionamento final do vaso.