

ENGENHARIA DE PROCESSOS DE SEPARAÇÃO
4.ª ED., IST PRESS (2021)

ÍNDICE

PREFÁCIO

LISTA DE SÍMBOLOS

1 ENGENHARIA DE PROCESSOS DE SEPARAÇÃO

- 1.1 Processos de Separação
- 1.2 Mecanismos de Separação
 - 1.2.1 Separação por Adição ou Criação de Fase
 - 1.2.2 Separação por Membranas
 - 1.2.3 Separação por Agente Sólido
 - 1.2.4 Separação por Campo Externo ou Gradiente
- 1.3 Seleção de Um Processo de Separação
- 1.4 Princípios Básicos
- 1.5 Tipo de Operação
- 1.6 Otimização
- 1.7 Simulação de Processos
- 1.8 Engenharia Verde
- 1.9 Técnicas de Resolução de Problemas

2 TERMODINÂMICA E EQUILÍBRIO DE FASES

- 2.1 Equilíbrio de Fases
 - 2.2 Equilíbrio Líquido-Vapor
 - 2.3 Representação de Sistemas Binários
 - 2.4 Volatilidade Relativa
 - 2.5 Misturas Não-Ideais
 - 2.6 Sistemas Ternários
 - 2.6.1 Regra da Alavanca
 - 2.6.2 Traçado das Linhas de União
 - 2.7 Misturas Multicomponentes
 - 2.8 1.ª Lei da Termodinâmica para Sistemas Abertos
- Problemas

3 DESTILAÇÃO SÚBITA

- 3.1 Misturas Binárias
 - 3.2 Análise dos Graus de Liberdade
 - 3.3 Métodos de Cálculo para Misturas Binárias
 - 3.4 Misturas Multicomponentes
 - 3.5 Destilação Súbita em Série
- Problemas

4 DESTILAÇÃO POR ANDARES: MISTURAS BINÁRIAS

- 4.1 Colunas de Destilação
- 4.2 Método de McCabe-Thiele
 - 4.2.1 Reta Operatória de Retificação
 - 4.2.2 Reta Operatória de Esgotamento
 - 4.2.3 Reta Operatória de Alimentação
 - 4.2.4 Número de Andares de Equilíbrio
 - 4.2.5 Condições-Limite
- 4.3 Condensador e Ebulidor

- 4.4 Eficiência Global e de Prato
- 4.5 Perfis em Colunas de Destilação
- 4.6 Casos Especiais
 - 4.6.1 Alimentações e Saídas Múltiplas
 - 4.6.2 Aquecimento com Vapor Direto
 - 4.6.3 Condensador Parcial
 - 4.6.4 Ebulidor Total
- 4.7 Método de Lewis
- 4.8 Método Entalpia-Composição
 - 4.8.1 Número de Andares de Equilíbrio
 - 4.8.1.1 Método Analítico
 - 4.8.1.2 Método Gráfico
 - 4.8.2 Condições-Limite
- 4.9 Seleção de Pressão numa Operação de Destilação
- 4.10 Destilação de Misturas Complexas
- 4.11 Destilação e Conservação de Energia
 - Problemas
- 5 DESTILAÇÃO POR ANDARES: MISTURAS MULTICOMPONENTES**
 - 5.1 Componentes-Chave
 - 5.2 Método FUG
 - 5.2.1 Número Mínimo de Andares: Equação de Fenske
 - 5.2.2 Razão de Refluxo Mínima: Equação de Underwood
 - 5.2.3 Número de Andares Ideais: Correlação de Gilliland
 - 5.2.4 Localização Ótima do Andar da Alimentação
 - 5.3 Métodos Rigorosos: Equações MESH
 - 5.4 Mapas de Perfis de Destilação
 - Problemas
- 6 DESTILAÇÃO DESCONTÍNUA**
 - 6.1 Destilação Descontínua: Um Andar de Equilíbrio
 - 6.2 Destilação Descontínua em Andares
 - 6.3 Operação a Refluxo Constante
 - 6.4 Operação a Composição do Destilado Constante
 - 6.5 Destilação por Arrastamento de Vapor
 - Problemas
- 7 ABSORÇÃO E DESABSORÇÃO**
 - 7.1 Absorção Gasosa: Seleção de Solvente
 - 7.2 Número de Andares de Equilíbrio: Método Gráfico
 - 7.3 Desabsorção
 - 7.4 Número de Andares de Equilíbrio: Método Analítico
 - Problemas
- 8 EQUIPAMENTO DE CONTACTO GÁS-LÍQUIDO. DIMENSIONAMENTO**
 - 8.1 Equipamento de Contacto Gás-Líquido
 - 8.2 Transferência de Massa
 - 8.2.1 Camada Estagnante
 - 8.2.2 Contradifusão Equimolar
 - 8.2.3 NTU e HTU
 - 8.3 Colunas de Pratos
 - 8.3.1 Características Operatórias

- 8.3.2 Dimensionamento
- 8.3.3 Transferência de Massa e Eficiência do Prato
- 8.4 Colunas de Enchimento
 - 8.4.1 Características Operatórias
 - 8.4.2 Dimensionamento
- 8.5 Correlações de Transferência de Massa
- 8.6 Relação entre HTU e HETP
- Problemas

9 EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

- 9.1 Extração Líquido-Líquido
- 9.2 Extração Líquido-Líquido e Equilíbrio de Fases
- 9.3 Extração de Líquidos Imiscíveis
- 9.4 Extração de Líquidos Parcialmente Miscíveis
 - 9.4.1 Extração em Andar Único
 - 9.4.2 Extração Multiandar em Contracorrente
- 9.5 Efeito do Caudal de Solvente
- 9.6 Equipamento
 - 9.6.1 Misturadores-Decantadores
 - 9.6.2 Colunas Agitadas
 - 9.6.3 Extratores Centrífugos
- Problemas

10 EVAPORAÇÃO

- 10.1 Balanços a Um Evaporador Simples
- 10.2 Propriedades das Soluções Concentradas
- 10.3 Operação sob Vácuo
- 10.4 Medidas de Desempenho
- 10.5 Evaporadores de Efeito Múltiplo
- 10.6 Evaporação com Compressão de Vapor
- 10.7 Equipamento
- Problemas

11 PROCESSOS DE HUMIDIFICAÇÃO

- 11.1 Cartas Psicrométricas
- 11.2 Propriedades do Ar Húmido
- 11.3 Saturação Adiabática
 - 11.3.1 Temperatura de Saturação Adiabática
- 11.4 Temperatura de Termómetro Húmido
 - 11.4.1 Teoria do Termómetro Húmido
- 11.5 Operações com Ar Húmido
 - 11.5.1 Aquecimento e Arrefecimento
 - 11.5.2 Humidificação e Desumidificação
 - 11.5.3 Arrefecimento por Evaporação
 - 11.5.4 Mistura de Correntes de Ar Húmido
- 11.6 Processos de Contacto Gás-Líquido
- 11.7 Torres de Arrefecimento
 - 11.7.1 Projeto de Torres de Arrefecimento
- Problemas

12 SECAGEM DE SÓLIDOS

- 12.1 Introdução à Secagem

- 12.2 Operações de Secagem
 - 12.2.1 Condições Externas de Secagem
 - 12.2.2 Condições Internas de Secagem
 - 12.3 Classificação de Sólidos
 - 12.4 Mecanismos de Secagem
 - 12.4.1 Velocidade de Secagem Constante
 - 12.4.2 Velocidade de Secagem Decrescente
 - 12.5 Velocidades e Tempos de Secagem
 - 12.5.1 Período de Velocidade de Secagem Constante
 - 12.5.2 Período de Velocidade de Secagem Decrescente
 - 12.6 Influência das Variáveis de Processo
 - 12.7 Secagem por Convecção, Condução e Radiação
 - 12.7.1 Período de Velocidade de Secagem Constante
 - 12.7.2 Período de Velocidade de Secagem Decrescente
 - 12.8 Secagem por Condução sob Vácuo
 - 12.9 Secagem em Contínuo por Convecção
 - 12.9.1 Perfis de Temperatura
 - 12.9.2 Balanços de Massa e de Energia
 - 12.9.3 Área de Secagem
 - 12.10 Eficiência de Secagem
 - 12.10.1 Métodos de Recuperação de Energia
 - 12.11 Liofilização
 - 12.11.1 Tempo de Secagem
 - 12.12 Secagem por Atomização
 - 12.12.1 Balanços de Massa e de Energia
 - 12.12.2 Equilíbrio Sólido-Vapor
 - 12.12.3 Velocidade e Tempo de Secagem com Movimento de Partículas
 - 12.13 Equipamento
 - 12.13.1 Classificação de Secadores
 - 12.13.2 Secadores para Sólidos Granulares e Pastas
 - 12.13.3 Secadores para Soluções e Suspensões
 - 12.13.4 Outros Secadores de Contacto Indireto
- Problemas

APÊNDICE A SOLUÇÕES DOS PROBLEMAS PROPOSTOS

APÊNDICE B FATORES DE CONVERSÃO E CONSTANTES FUNDAMENTAIS

- B.1 Unidades SI
- B.2 Pressão Absoluta e Relativa
- B.3 Fatores de Conversão para Unidades SI
- B.4 Conversão entre Fração Mássica e Molar
- B.5 Constantes Fundamentais
- B.6 Grupos Adimensionais
- B.7 Massas Molares dos Elementos

APÊNDICE C TABELAS DE VAPOR

APÊNDICE D DEDUÇÃO DE EQUAÇÕES

- D.1 Equações do Método FUG
 - D.1.1 Equação de Fenske
 - D.1.2 Equação de Underwood
 - D.1.3 Correlação de Gilliland

D.2 Equação de Kremser

D.2.1 Linhas Operatória e de Equilíbrio Paralelas

D.2.2 Linhas Operatória e de Equilíbrio Não Paralelas

APÊNDICE E FONTES DE INFORMAÇÃO

E.1 Obras Genéricas

E.2 Dados Termofísicos

E.3 Páginas da Internet

BIBLIOGRAFIA

ÍNDICE REMISSIVO