

Operaciones Unitarias III

Programa analítico

1C 2004

1 - Operaciones, equipos y equilibrios

1.1 Introducción

- 1.1.1 Los procesos químicos y las operaciones de separación por transferencia de materia de interfase.
- 1.1.2 Clasificación de las operaciones con transferencia de masa:
 - a) Contacto directo entre fases
 - b) Fases separadas por membranas
- 1.1.3 Etapa de equilibrio única y acopladas.
- 1.1.4 Selección de separadores, separabilidad y capacidad.

1.2 Fundamentos de las operaciones difusionales

- 1.2.1 - El equilibrio termodinámico
- 1.2.2 - El factor cinético
- 1.2.3 - Coeficientes de transferencia de masa:
 - a) Teoría de la doble resistencia (o doble película)
 - b) Coeficientes de transferencia de masa
 - c) Coeficientes globales de transferencia de masa

1.3 Tipos de contacto y relaciones de operación

- 1.3.1 Contacto continuo.
- 1.3.2 Contacto por etapas
 - a) Cascada en cocorriente
 - b) Cascada en contracorriente - Método de McCabe-Thiele
 - c) Cascada con flujo cruzado

1.4 Especificación de variables de diseño

- 1.4.1 Variables de diseño, grados de libertad y variables de corriente.
- 1.4.2 Etapas de equilibrio con y sin adición de calor.
- 1.4.3 Condensadores, ebulliciones, mezcladores, divisores y separadores.
- 1.4.4 Combinación de elementos y unidades complejas.

1.5 Equipos para contacto

- 1.5.1 Columnas de plato
 - a) Contactado por etapas. Tipos de contacto y de platos.
 - b) Capacidad y diámetro de la columna.
 - c) Espaciado y relación de inversión.
 - d) Eficiencia de etapas. Número real de etapas. Altura de la columna.
- 1.5.2 Columnas rellenas
 - a) Contacto continuo. Características y tipos de internos.
 - b) Capacidad y diámetro de la columna.
 - c) Condiciones límites de operación.
 - d) HETP. HTU.

2 - Absorción

2.1 - Relaciones de equilibrio

- 2.1.1 - Mezclas ideales
- 2.1.2 - Mezclas no ideales
 - a)- Soluciones concentradas
 - b)- Soluciones diluidas

2.2 - Selección de los Equipos

2.3 - Diseño de una columna de platos

- 2.3.1 - Selección del solvente
- 2.3.2 - Determinación del caudal de solvente
- 2.3.3 - Determinación de la sección de la columna
- 2.3.4 - Determinación del número de platos de la columna
 - a) Método gráfico de McCabe-Thiele
 - b) Método analítico de Lewis
 - c) Método de Kremser (Kremser-Brown-Souders)
- 2.3.5 - Altura de la columna de platos

2.4 - Desorción

2.5 - Absorción no isotérmica en una columna de platos

- 2.5.1 - Método simplificado
- 2.5.2 - Método generalizado (o riguroso)

2.6 - Diseño de columnas rellenas

- 2.6.2 - Determinación del número de unidades de transferencia
 - a) Por integración analítica
 - b) Por integración gráfica o numérica
 - c) Por el método de Baker
 - d) Por el método de Colburn
- 2.6.3 - Balances para sistemas no diluidos
- 2.6.4 - Absorción adiabática en columna rellena
 - a) Método simplificado
 - b) Método riguroso
- 2.6.5 - Elección del relleno y cálculo del diámetro de la columna

3 Destilación

3.1 Relaciones de equilibrio

- 3.1.1 Equilibrio homogéneo y heterogéneo.
- 3.1.2 Regla de las fases (o de Gibbs)
- 3.1.3 Equilibrio Líquido-Vapor en mezclas binarias
- 3.1.4 Tipos de diagramas
- 3.1.5 Sistemas ideales, Ley de Raoult, Ley de Dalton
- 3.1.6 Sistemas No ideales
 - a) Sistemas azeotrópicos
 - b) Destilación con vapor de agua

3.2 Destilación flash o de equilibrio

- 3.2.1 Descripción de la operación
- 3.2.2 Sistemas binarios. Línea de operación y cálculos gráficos.
- 3.2.3 Dimensionamiento de colectores flash y de reflujo.

3.3 Destilación continua con reflujo (Rectificación)

3.3.1 - Características generales de la destilación continua

3.3.2 - Características de diseño y operación de columnas de platos

Sistemas con soluciones ideales (y método de McCabe - Thiele)

Balances para la zona de rectificación, Balances para la zona de agotamiento o stripping, Balances en el plato de alimentación, Reflujo, Condensadores y plato superior, Calderín o Recalentador (Reboiler), Reflujo con líquido subenfriado, Calderín con vapor sobrecalentado, Alimentaciones múltiples, Extracciones laterales, Pérdidas de calor

3.4 Sistemas binarios discontinuos

3.4.1 Destilación simple o diferencial discontinua

3.4.2 Rectificación discontinua

a) Con reflujo constante

b) Con composición de destilado constante

3.5 Destilación de mezclas multicomponentes

3.5.1 Sistemas Multicomponentes. Componentes llave.

3.5.2 Flash y condensación parcial isotérmicos

3.5.3 Puntos de burbuja y rocío.

3.5.4 Métodos aproximados. Número mínimo de etapas. Reflujo mínimo. Relación real de reflujo. Localización de la etapa de alimentación. Resumen para cálculos cortos

4 - Extracción Líquido-Líquido

4.1 - Campos de utilidad

4.2 - Equipos

4.2.1 - Equipos de una etapa:

4.2.2 - Equipos multietapas

4.3 - Fundamentos de la extracción

4.4 - Elección del solvente

4.5 - Diagramas de Janecke

4.5.1 - Una etapa ideal

4.5.2 - Multietapas en corrientes cruzadas

4.5.3 - Multietapas en contracorriente

4.5.4 - Multietapas en contracorriente con reflujo

4.5.5 - Multietapas en contracorriente con doble reflujo

4.6 - Resolución de sistemas con diagramas triangulares

4.6.1 - Extracción en una etapa

4.6.2 - Extracción en multietapas, en corrientes cruzadas

4.6.3 - Extracción en multietapas, en contracorriente

4.6.4 - Extracción en contracorriente con dos alimentaciones

4.6.5 - Extracción en contracorriente con reflujo

4.7 - Resolución de sistemas mediante el método de Kremser

4.8 - Resolución de sistemas mediante diagramas de distribución

- 4.8.1 - Extracción en contracorriente para B y S totalmente inmiscibles
- 4.8.2 - Extracción en corrientes cruzadas
- 4.8.3 - Extracción en contracorriente para B y S parcialmente miscibles
- 4.8.4 - Extracción en contracorriente con dos alimentaciones
- 4.8.5 - Extracción en contracorriente con reflujo

5 - Humidificación

5.1 - Definiciones

- 5.1.1 - Gas húmedo
- 5.1.2 - Humedad molar (humedad absoluta molar)
- 5.1.3 - Humedad (humedad absoluta)
- 5.1.4 - Humedad de saturación
- 5.1.5 - Humedad relativa (humedad relativa porcentual)
- 5.1.6 - Humedad porcentual (humedad absoluta porcentual o porcentaje de saturación)
- 5.1.7 - Calor húmedo (calor específico del aire húmedo)
- 5.1.8 - Entalpía de la mezcla aire-vapor
- 5.1.9 - Volumen húmedo (volumen específico del aire húmedo)

5.2 - Temperaturas

- 5.2.1 - Temperatura de bulbo seco T_{bS}
- 5.2.2 - Temperatura de rocío T_r
- 5.2.3 - Temperatura de saturación adiabática T_{aS}
- 5.2.4 - Temperatura de bulbo húmedo T_W

5.3 - Determinación de humedades del aire

5.4 - La carta de humedad y su uso

5.5 - Equipos para operaciones de humidificación

5.6 - Acondicionamiento de aire

- 5.6.1 - Humidificación adiabática, torre spray, enfriamiento de aire
- 5.6.2 - Humidificación no adiabática
- 5.6.3 - Deshumidificación

5.7 - Enfriamiento de agua

6 – Secado

6.1 Definiciones

6.2 Secado discontinuo.

6.2.1 Tiempo de secado, velocidad como función de la humedad del sólido

- a) Capilaridad
- b) Difusión

6.2.2 Circulación tangencial y transversal del aire, velocidad como función de la humedad del aire.

- a) Balances

- b) Correlaciones para h.
- 6.3 Secado continuo. Secado a altas y bajas temperaturas.
- 6.4 Ejemplos de cálculo: Secadores rotatorios. Secado a baja T en secador de túnel.
- 6.5 Equipos: Clasificación. Criterios de selección.

7– Cristalización

- 7.1 Generalidades de la operación: Definición, clasificación, características.
- 7.2 Diagramas: de fase, entálpicos, de solubilidad.
- 7.3 Mecanismo: nucleación, crecimiento, transferencia de masa y calor.
- 7.4 Cinética: variables, resistencias, ecuaciones de velocidad.
 - 7.4.1 Sistemas sin nucleación: Ley del Delta L.
 - 7.4.2 Sistemas con nucleación: Ley del MSMR
- 7.5 Equipos: clasificación, análisis en diagramas entálpicos.