



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Departamento de Engenharia Química e do Ambiente

Curso de Engenharia Química e Bioquímica

PROGRAMA DA DISCIPLINA PROCESSOS DE SEPARAÇÃO I

3º Ano

Ano Lectivo: 2008/2009

Docente: Mestre Paula Alexandra Gerales Portugal

Regime: Semestral (1º)

Carga Horária: 30T+30TP

ECTS: 5

OBJECTIVOS:

Domínio dos cálculos de projecto de destiladores descontínuos, de destiladores flash, de colunas de destilação fraccionada e de colunas de absorção e desabsorção gás-líquido.

1- Operação Unitária Destilação

1.1 – Definição de destilação e considerações gerais

1.2 – Princípio de funcionamento. Conceito de volatilidade

- A ebulição de substâncias puras
- Princípios físico-químicos da destilação
- A ebulição de misturas
- Influência da temperatura e da pressão na ebulição de misturas
- Diagrama dos pontos de ebulição (diagramas a pressão constante e a temperatura constante)
- Misturas ideais – Lei de Raoult
- Equação de Antoine – Cálculo de pressões de avpor para misturas puras
- Misturas não ideais
- Curvas de equilíbrio líquido-vapor a pressão constante (curvas VLE)
- Obtenção de curvas VLE a partir dos diagramas de pontos de ebulição
- Curvas VLE – efeito do aumento da pressão
- Volatilidade relativa
- Relação entre volatilidade e dados VLE
- Cálculo de dados VLE utilizando dados da pressão de vapor (lei de Raoult)
- Modelo empírico para cálculos VLE para soluções não ideais

1.3 – Azeótropos / Misturas Azeotrópicas

1.4 - Processos de destilação

1.4.1 – Destilação diferencial (ou simples)

- Técnica da destilação simples
- Dinâmica da destilação simples
- Equação de Rayleigh



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Departamento de Engenharia Química e do Ambiente

Curso de Engenharia Química e Bioquímica

- 1.4.2 – Destilação “flash” ou instantânea
- Técnica da destilação “flash”
 - Linha operatória e representação gráfica
 - Cálculos de operação quando os dados VLE são fornecidos sob a forma de volatilidade relativa constante
 - Análise da influência da fracção de vaporização na linha operatória
 - Destiladores “flash” em cascata
- 1.4.3 – Destilação fraccionada contínua
- Técnica da destilação fraccionada contínua
 - Contacto vapor-líquido – Transferência de massa entre fases
 - Exemplo de simulação do escoamento nos tabuleiros por CFD (Computational Fluid Dynamics)
 - Exemplos de aplicação industrial
 - Equipamento utilizado – tipos de colunas – “internals” (pratos, enchimentos, redistribuidores, etc...)- Condensadores de topo - Revaporizadores
 - Características da operação de colunas de destilação
 - Correntes de alimentação
 - A operação destilação. Fraccionamento, andares de equilíbrio e andares não ideais
 - Correntes de saída. Produto de base, produto de topo, refluxo e razão de refluxo
 - Projecto de colunas de destilação bicomponente
 - Descrição do processo
 - Modelização de um andar de equilíbrio. Balanços mássicos e térmicos. Simplificações
 - Determinação do número de andares teóricos utilizando o método analítico de Lewis-Sorel
 - Determinação do número de andares teóricos utilizando o método gráfico de McCabe e Thiele. Linhas operatórias superior e inferior
 - Tipos de alimentação e desenvolvimento da linha dos qq's
 - Relação entre razão de refluxo e o número de andares. Razão de refluxo mínima e número de andares mínimo
 - Projecto de colunas de rectificação
 - Projecto de colunas de esgotamento
 - Projecto de Colunas com condensador parcial
 - Projecto de Colunas com sangrias
 - Projecto de Colunas com alimentações múltiplas

3 - Operação Unitária de Absorção Gás-Líquido

3.1 – Objectivos desta operação e exemplos de aplicação industrial

3.2 – Absorção e reacção química

3.3 – Absorção e energia



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente
Curso de Engenharia Química e Bioquímica

3.4 – Considerações preliminares de projecto

- Métodos de operação – co-corrente e contra-corrente
- Transferência de massa na operação em contra-corrente
- Equipamento utilizado

3.5 – Estática da absorção

- Curva de equilíbrio
- Dados de equilíbrio – Solubilidades – Coeficientes empíricos de distribuição

3.6 – Cinética da absorção

- Transferência de de massa no seio de uma fase (coeficiente de transferência de massa).
- Transferência de massa entre fases
 - Teoria dos dois filmes
 - Teoria dos dois filmes e curvas de equilíbrio expressas em fracções molares
 - Teoria dos dois filmes e curvas de equilíbrio expressas em concentrações e pressões parciais
 - Coeficientes globais de transferência de massa
 - Utilização dos coeficientes globais
 - Coeficientes globais para “driving-forces” expressas em pressões e concentrações

3.7 – Cálculo dos caudais operatórios

- Definição de caudais e fracções molares isentas de soluto
- Absorção em contracorrente – Método gráfico
 - cálculo do caudal de líquido a utilizar e do teor de soluto no líquido à saída da coluna
- “Stripping” em contracorrente – Método gráfico
 - Cálculo do caudal de gás a utilizar e do teor de soluto no gás à saída da coluna

3.8 – Características do escoamento

- Perdas de carga para o escoamento em contra-corrente
- Ponto de carga
- Ponto de inundação e velocidade de inundação

3.9 – Determinação do diâmetro da coluna

- Utilização do gráfico de Eckert para estimativa da velocidade de operação óptima
- Processo iterativo, dependente do factor de enchimento da perda de carga admitida

3.10 – Determinação da altura da coluna

- Cálculo da altura de enchimento. Cálculo de HTU e NTU

Avaliação:

A avaliação processa-se da forma habitual por meio de exames escritos.



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente
Curso de Engenharia Química e Bioquímica

Bibliografia:

- [1] – Foust, A.; "PRINCIPLES OF UNIT OPERATIONS"; John Wiley & Sons (1980)
- [2] – Rose, L.; "DISTILLATION DESIGN IN PRACTICE"; Elsevier (1985)
- [3] – Perry, J.; "CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK"; McGraw-Hill Book Company (1998)
- [4] – Coulson, J.; Richardson, R.; "TECNOLOGIA QUÍMICA", Fundação Calouste Gulbenkian (1980)

Tomar, 16 de Setembro de 2008

A Docente,

Paulo A.G. Foa Legef