

## PQI 3402 – Operações unitárias III

### Lista de exercícios – destilação contínua II

Faça os seguintes exercícios:

1. Faça os seguintes exercícios do livro *Separation process principles : chemical and biochemical operations*, J. D. Seader, Ernest J. Henley, D. Keith Roper, 3ª ed.

- Exercício 7.22. Note que o condensador é parcial, e conta também como um estágio de equilíbrio.
- Exercício 7.26. Você pode fazer o exercício de duas maneiras, traçando a curva de “pseudo-equilíbrio” ou fazendo o cálculo estágio a estágio.
- Exercício 7.28. Nosso problema binário “clássico”, mas com o balanço de energia acoplado.

2. Uma indústria precisa recuperar cloro-etano ( $C_2H_5Cl$ ) de uma corrente com a seguinte composição, com os valores de volatilidade relativa média indicados com referência a esse composto:

Componente	$z_F$	$\alpha$
$C_2H_4$	0,05	34,0
HCl	0,05	25,3
$C_2H_6$	0,10	22,7
$C_2H_5Cl$	0,80	1,0

Nesse caso, sendo o produto de interesse menos volátil que os demais, propõe-se um processo de destilação para recuperar o  $C_2H_5Cl$ . As seguintes especificações devem ser obedecidas:

- a) A fração molar do produto de interesse deve ser 100x maior no fundo da coluna que na corrente de destilado.
- b) A fração molar do  $C_2H_6$  no destilado deve ser 75x maior que sua fração no produto de fundo.
- c) A corrente de alimentação está no estado de líquido saturado.

Para o design preliminar da coluna, você deve estimar:

- a) O número mínimo de estágios de equilíbrio.
- b) A relação entre fração molar no destilado e no fundo da coluna para os demais componentes.
- c) O número real de estágios de equilíbrio para uma coluna operando com 1,5 vezes o refluxo mínimo.
- d) O estágio de alimentação.

Considere que somente os componentes-chave se distribuem.

3. Uma indústria está avaliando um processo de destilação contínua para a separação de uma mistura de alcanos, conforme a tabela seguinte. A composição da alimentação da coluna é indicada na tabela a seguir. As volatilidades médias dos componentes foram previamente identificadas e são também indicadas na tabela. A coluna deverá operar a 0,8 MPa. Considere o uso de um condensador total, um refeedor parcial e alimentação em estado de líquido saturado.

As especificações do projeto são: de todo n-butano alimentado, 92,5 % devem ser recuperados no destilado e do isopentano alimentado, 82,0 % devem ser recuperados como produto de fundo. A corrente de alimentação é  $100 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Componente	$z_F$	$\alpha$
C <sub>3</sub>	0,05	4,36
<i>i</i> -C <sub>4</sub>	0,15	2,36
<i>n</i> -C <sub>4</sub>	0,25	1,88
<i>i</i> -C <sub>5</sub>	0,20	1,00
<i>n</i> -C <sub>5</sub>	0,35	0,84

- Quais os componentes-chave desse processo? Justifique sua resposta.
- Usando a Equação de Fenske, estime o número mínimo de estágios ( $N_{\min}$ ) necessários para esta separação e as vazões de todos os componentes no destilado e no produto de fundo da coluna.
- Considere este problema como sendo de Classe 1. Estime o refluxo mínimo a ser usado nesta coluna usando a equação de Underwood.
- É razoável supor o problema como sendo de Classe 1? Justifique sua resposta.
- Considere agora o problema como sendo de Classe 2. Qual componente não se distribuiria? Obtenha agora o refluxo mínimo para esta nova situação em que a separação é considerada como sendo de Classe 2.
- A solução do sistema de equações do item “e” fornece, além do refluxo mínimo, as vazões de destilado. Qual destas vazões apresenta um valor absurdo? O que isso significa?
- Atualize sua hipótese de distribuição dos componentes com base na resposta do item anterior. Resolva novamente o problema de Classe 2, agora atualizando os componentes que não se distribuem e resolvendo novamente o sistema linear gerado pelas equações de Underwood. Qual o novo  $R_{\min}$  obtido? Compare com o valor obtido quando você considerou o problema como sendo de Classe 1.
- Para uma razão de refluxo  $R$  igual a  $1,2R_{\min}$ , determine o número real de estágios usando a correlação de Gilliland / Molokanov.
- Determine o estágio de alimentação usando a Equação de Kirkbride.