VII EAITI 2017
ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
09 e 10 de novembro de 2017

Elaboração de uma metodologia de aumento de escala de uma coluna de adsorção com leito fixo de zeólita visando à purificação de gás natural.

Nikolas Ferreira de Souza (PIBITI/Universidade Estadual de Maringá),

Maria Angélica S. D. Barros, masdbarros@uem.br

Universidade Estadual de Maringá /Departamento de Engenharia Química.

Engenharia química, Operações de Separação e Mistura
Palavras Chave: *scale up, adsorção, zeólita.*

Resumo

Neste trabalho, uma metodologia de aumento de escala, scale-up, para um processo de adsorção gasosa em leito fixo, utilizando materiais porosos foi proposta. O estudo foi baseado em análises realizadas para sistemas de adsorção líquida, aplicando os conceitos de análise dimensional e critérios de similaridade definidos pela literatura. A principal motivação foi a carência de estudos de aumento de escala para o fenômeno de adsorção gasosa, que envolve por muitas vezes um número muito grande de variáveis ou equações diferenciais parciais, dependendo do modelo adotado e do grau de detalhamento exigido.

Introdução

O aumento de escala, ou scale-up, é definido como o start-up e operação de uma unidade de processamento cujo design e procedimentos de operação são baseados na demonstração e experimentação realizados em uma escala menor. Um dos possíveis procedimentos que podem ser adotados para realização do aumento de escala o processo consiste em adotar um modelo matemático representativo ao sistema e, posteriormente, realizar uma análise dimensional do mesmo, em que a partir de critérios específicos é possível identificar a relação natural entre a variável a ser dimensionada e as propriedades estudadas.

Material e Métodos

O teorema π de Buckingham foi aplicado ao conjunto de variáveis do sistema. Este é um teorema central na análise dimensional que estabelece que para uma equação física envolvendo um certo número n de variáveis físicas dimensionais, e uma vez que estas variáveis são representadas por r dimensões físicas fundamentais independentes, a equação do processo ou sistema físico pode ser reescrita como uma equação de p = n - r variáveis adimensionais, construídas a partir das variáveis originais.

A outra abordagem consiste em adimensionalizar as equações de balanço responsáveis por modelar o processo de forma a encontrar os grupos adimensionais que influenciam o comportamento dinâmico do leito de adsorção.

Resultados Obtidos

A pesquisa resultou em dois conjuntos de números adimensionais, relativos a cada abordagem proposta.

$$\prod_1 = \frac{D_{z,i}}{L v_{int}} \quad \prod_5 = \frac{\lambda_{z,i} T_0}{\rho_s L v_{int}^3} \quad \prod_9 = \frac{h_s T_0}{\rho_s v_{int}^3} \quad \prod_{13} = \frac{C_{p,w} T_0}{v_{int}^2}$$

$$\prod_2 = \frac{\rho_p}{\rho_s} \quad \prod_6 = \frac{H_0 q_{eq,i}}{v_{int}^2} \quad \prod_{10} = a_s L \quad \prod_{14} = \frac{\Delta H_i q_{eq,i}}{v_{int}^2}$$

$$\prod_3 = \frac{c_{0,i}}{\rho_s q_{eq,i}} \quad \prod_7 = \frac{h_w T_0}{\rho_s v_{int}^3} \quad \prod_{11} = \frac{C_{p,s} T_0}{v_{int}^2} \quad \prod_{15} = \frac{U T_0}{\rho_s v_{int}^3}$$

$$\prod_4 = \frac{k_{LDF,i} L}{v_{int}} \quad \prod_8 = a_w L \quad \prod_{12} = \frac{\rho_w}{\rho_s} \quad \prod_{16} = a_a L$$

Figura 1. Grupos adimensionais obtidos pelo procedimento proposto pelo teorema pi de Buckingham

$$\prod_1 = \frac{D_{z,i}}{L v_{int}} \qquad \frac{\Pi_{15}\Pi_{16}}{\Pi_{13}} = \frac{U a_a L}{\rho_w C_{p_w} v_{int}}$$

$$\prod_4 = \frac{k_{LDF,i} L}{v_{int}} \qquad \frac{\Pi_2}{\Pi_3} = \rho_P \frac{q_{eq}}{c_0}$$

$$\frac{\Pi_{14}}{\Pi_{11}} = \frac{\Delta H_i q_{eq}}{C_{p_s} T_0} \qquad \frac{\Pi_7 \Pi_8}{\Pi_{13}} = \frac{h_w a_w L}{\rho_w C_{p_w} v_{int}}$$

$$\frac{\Pi_6 \Pi_3}{\Pi_5} = \frac{v_{int} c_0 C_{p_f} L}{\lambda_z} \qquad \frac{\Pi_7 \Pi_8}{\Pi_6 \Pi_3} = \frac{h_w a_w L}{c_0 C_{p_f} v_{int}}$$

$$\frac{\Pi_9 \Pi_{10}}{\Pi_{11}} = \frac{h_s a_s L}{\rho_s C_{p_s} v_{int}} \qquad \frac{\Pi_9 \Pi_{10}}{\Pi_6 \Pi_3} = \frac{h_s a_s L}{c_0 C_{p_f} v_{int}}$$

Figura 2. Grupos adimensionais rearranjados de forma análoga aos encontrados pela abordagem com equações adimensionais.

Conclusão

As metodologias propostas pelo método pi de Bunkingham e pelo método de escalonamento de equações resultaram em números adimensionais similares, indicando que as equações utilizadas para a metodologia de scale-up da referida coluna de leito fixo estão adequadas. Contudo, este trabalho atingiu o objetivo proposto e seus resultados servirão de ferramenta para o projeto de uma unidade piloto a ser desenvolvido no Laboratório de Adsorção e Troca Iônica.

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Estadual de Maringá, ao CNPQ e a meus orientadores.

---

[1] CRITTENDEN, JOHN C.; BERRIGAN, JOHN K.; HAND, DAVID W. Design of rapid small-scale adsorption tests for a constant diffusivity. Water Pollution Control Federation, Vol. 58, No. 4 (Apr., 1986), pp. 312-319.

[2] BISIO, A.; KABEL, R.L. Scaleup of Chemical Processes – Conversion from Laboratory Scale Tests to Successful Commercial Size Design. John Wiley & Sons, 1985.