

Simulação numérica da secagem de xisto

Iara Zandonai do Nascimento

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia
Universidade Federal do Paraná
81531-970, Campus Centro Politécnico, Curitiba, PR
E-mail: iarazana@ufpr.br

Neida Maria Patias Volpi

Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia
Universidade Federal do Paraná
81531-970, Campus Centro Politécnico, Curitiba, PR
E-mail: neida@ufpr.br

Daniela Muccillo

Engenheira Química
Petrobras – Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto
83900-000, São Mateus do Sul, PR
E-mail: danimuccillo.tecnomon@petrobras.com.br

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento de xisto e a otimização dos processos já existentes para o seu processamento ainda são grandes desafios. O xisto se decompõe termicamente e libera óleo e gás. Esse processo denomina-se pirólise. O primeiro estágio da pirólise é a secagem, e é nesse estágio que o xisto perde sua água de umidade. A secagem altera as propriedades físicas e químicas do produto, e tais alterações influenciam o processo de transferência de calor e massa. Neste trabalho é resolvido um modelo difusivo que descreve a secagem de uma partícula de xisto. O modelo utilizado foi proposto por Porto(2005) e é representado por uma equação diferencial de segunda ordem. As condições para o problema variam de acordo com o tipo de secagem que é considerado: neste trabalho estuda-se a secagem em balança termogravimétrica. O método numérico implementado para a solução do problema é o método da colocação ortogonal.

O modelo matemático proposto por Porto(2005) considera que a partícula de xisto possui formato esférico e que a temperatura e o coeficiente de difusão são constantes. O problema de valor inicial e de contorno é dado por:

$$\begin{cases} \frac{\partial M}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 M}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial M}{\partial r} \right) \\ r = 0 & \left. \frac{\partial M}{\partial r} \right|_{r=0} = 0 & t \geq 0 \\ r = R & - \left. \frac{\partial M}{\partial r} \right|_{r=R} = M - M_E & t \geq 0 \\ t = 0 & M(r,0) = M_0 & 0 \leq r \leq R \end{cases} \quad (1)$$

Onde $M(r,t)$ é o teor de umidade, r é a posição radial da partícula, t é o tempo, D é o coeficiente de difusão, M_E é a umidade de equilíbrio e M_0 é a umidade inicial da partícula.

Esse problema foi resolvido através do método da Colocação ortogonal juntamente com uma rotina de integração. O método da colocação ortogonal gera uma solução aproximada para o problema e essa solução é especificada como uma combinação linear de polinômios ortogonais que satisfazem as condições de contorno. Esse método está descrito em Finlayson(1972) e também em Rice(1995).

Os dados usados nas simulações são dados em Porto(2005). Na figura 1 U_i representa a variação da umidade nos pontos de colocação ortogonal, as curvas superiores se referem aos pontos mais

internos da partícula. Os valores obtidos para a umidade são adimensionais devido à utilização do método da colocação ortogonal.

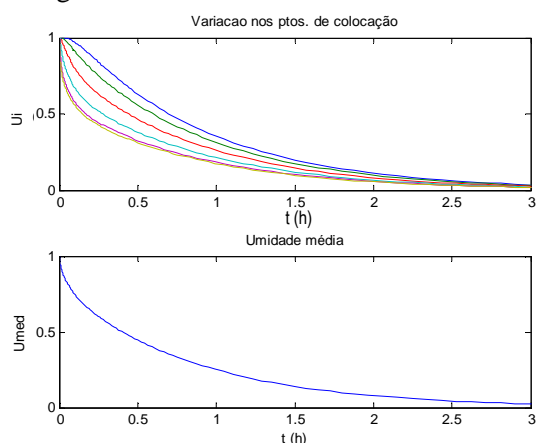


Figura 1 – Variação da umidade nos pontos de colocação ortogonal (N=5) e umidade média

A figura 2 apresenta uma comparação entre os dados experimentais encontrados por Porto(2005) e os resultados obtidos pelo método proposto.

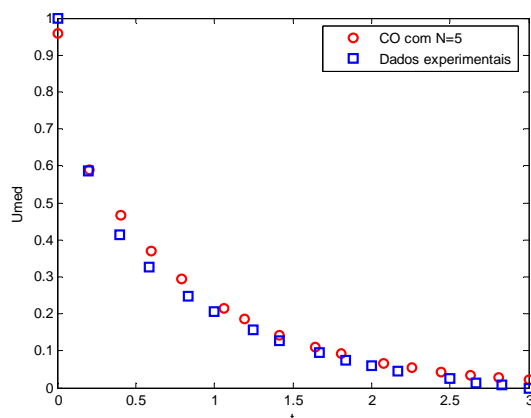


Figura 2 – Dados experimentais e resultados obtidos com colocação ortogonal com N=5

Neste trabalho estudou-se um método numérico para a resolução de um modelo matemático para a secagem de uma partícula de xisto. Notou-se que os resultados obtidos com o uso do método da colocação ortogonal estão de acordo com o esperado. O teor de umidade é decrescente com o tempo, e também quanto mais externo o ponto de colocação considerado menor o teor de umidade, já que a água contida nas extremidades da partícula evapora primeiro. Uma grande vantagem desse método, além de sua fácil aplicação, é poder analisar a variação da umidade ao longo do raio da partícula no número de pontos desejados. É possível também estudar os intervalos de tempo para a secagem de partículas com tamanhos diferentes, e qual a sensibilidade do método e do modelo matemático aos parâmetros utilizados.

Referências bibliográficas:

FINLAYSON, B. A. “The method of Weighted Residuals and Variational Principles”. London: Academic Press, 1972. Capítulo 5.

PORTO, P. S. S. “Investigações sobre a secagem de partículas de xisto”. Dissertação de Doutorado – Unicamp, 2005.

RICE, R. G. e DO, D. D. “Applied mathematics and modeling for chemical engineering”. USA: John Willey and Sons, Inc., 1995.