



RELAÇÕES HIDRODINÂMICAS ENTRE AR E XISTO

Guilherme Gaeta Rosa guilhermerosa_5@hotmail.com,
Antonio Carlos Luz Lisboa (Dr) lisboa@feq.unicamp.br



Faculdade de Engenharia Química, UNICAMP,
P.O. Box 6066, 13083-970, Campinas-SP, Brasil



INTRODUÇÃO

O Brasil possui a segunda reserva mundial de xisto. A Petrobras, desde a sua criação, investiga o aproveitamento do xisto; fruto desses esforços surgiu o processo Petrosix, que piloula o xisto em uma retorta em leito móvel. A modelagem de processos de xisto demanda o conhecimento de parâmetros cinéticos e propriedades físicas do mesmo. Devido a essa necessidade, o Laboratório de Desenvolvimento de Processos em Sistemas Particulados (LDPS) da FEQ-UNICAMP tem se dedicado ao estudo de métodos de obtenção destes parâmetros e propriedades.

Várias são as formas de contato gás-sólido que podem ser utilizadas para o processamento de xisto, tais quais leito móvel, leito em jorro e leito fluidizado. O conhecimento dos parâmetros pertinentes a estas formas de contato são importantes no desenvolvimento de equipamentos e novas tecnologias para o aproveitamento do xisto.

O objetivo deste trabalho foi obter dados experimentais sobre a hidrodinâmica desses leitos a partir de uma unidade experimental e construir um programa para obtenção desses dados, com visualização gráfica dos resultados experimentais e teóricos.

METODOLOGIA

O material analisado consiste em partículas de xisto cru obtidas da Usina de Xisto da Petrobras. O material foi classificado de acordo com distribuições granulométricas para cada técnica de contato gás-sólido.

A unidade experimental utilizada para a obtenção das medidas é um leito construído inicialmente para o estudo da secagem de partículas sólidas, e que pode ser transformado em leito fixo ou fluidizado conectando-se uma *câmara plena* e uma *placa distribuidora de ar* ao vaso do leito; quando essas peças não estão conectadas ao vaso do leito, este funciona como leito em jorro.

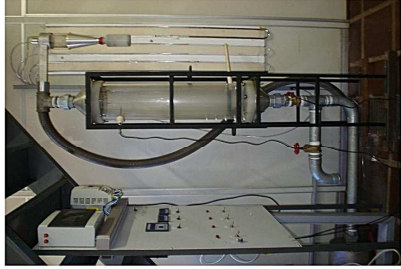


Figura 1 – Unidade experimental utilizada.

Foram obtidas as curvas fluidodinâmicas para o xisto trabalhando com leitos fixo/fluidizado e em jorro; a seguir foram escolhidas relações teóricas que descreviam os dados experimentais e foram propostas correções a essas equações a fim de que possam ser usadas com xisto.

Foi feito um programa em linguagem FORTRAN para obtenção desses dados baseados nas correlações teóricas consideradas, e foi iniciado o desenvolvimento da interface gráfica do programa em linguagem Tcl/Tk. Todos os softwares utilizados nesse projeto foram softwares livres.

As equações utilizadas no desenvolvimento do programa computacional foram as seguintes:

Leito fixo – **ERGUN**:

$$\frac{dP}{dL} = \frac{G}{\rho g_c D_p} \left(\frac{1-\phi}{\phi^3} \right) \left[\frac{150(1-\phi)\mu}{D_p} + 1.75G \right]$$

Leito fluidizado – **GRACE**:

$$Re_{mf} = \left[27.2^2 + 0.0408Ar \right]^{\frac{1}{2}} - 27.2$$

Leito em Jorro – **CHOI e MENSEI**:

$$U_{mf} = 10.6 \left(\frac{2gH}{D_p} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{D_p}{D_c} \right)^{1.05} \cdot \left(\frac{D_c}{D_p} \right)^{0.266} \left(\frac{H}{D_c} \right)^{-0.095} \cdot \left[\frac{(\rho_p - \rho_f)}{\rho_f} \right]^{0.256}$$

Algumas das curvas fluidodinâmicas obtidas experimentalmente e alguns resultados teóricos são apresentados abaixo:

RESULTADOS E DISCUSSÃO

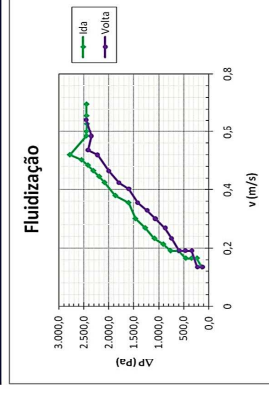


Figura 2 – Curva fluidodinâmica experimental para leito fluidizado com altura de xisto de 29,5 cm.

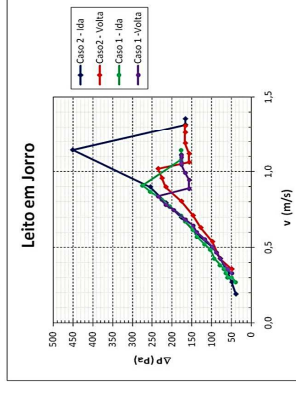


Figura 3 – Curvas fluidodinâmicas para a situação de leito em jorro para os casos 1 (H=9,0 cm) e 2 (H=15,0 cm).

Tabela 1 – Resultados teóricos referentes ao leito fluidizado, calculados a partir das relações de BABU et AL., GRACE e SAVENA e VOGEL

Ar	Re _{mf}	v _{mf} (m/s)
BABU	1,864E+06	324,04
GRACE	1,864E+06	249,93
SAX e VOG	1,864E+06	323,77

Tabela 2 – Resultados teóricos referentes ao leito em jorro, calculados a partir das correlações de Mahur-Gishler, UEMAKI et AL. e CHOI e MENSEI

Correlação	v _{mf} - Caso 1 (m/s)	v _{mf} - Caso 2 (m/s)
Mahur-Gishler	0,420123838	0,542377542
UEMAKI et AL.	0,68573289	0,808734871
CHOI e MENSEI	0,863361239	1,061796503

Nos casos aqui apresentados, v_{mf} experimental foi de 0,53588 m/s; assim a correlação que mais se ajusta aos dados experimentais é a de GRACE. Para o leito em jorro, a v_{mf} experimental foi de 0,8873 e 1,0606 m/s, para os casos 1 e 2, respectivamente, de forma que a equação de CHOI e MENSEI descreve satisfatoriamente os dados experimentais. Em leito fixo, a equação de ERGUN descreve bem os dados.

CONCLUSÃO

Os resultados experimentais obtidos estão de acordo com a teoria da fluidização. Relações teóricas como as de ERGUN, GRACE e CHOI e MENSEI podem ser utilizadas, com correções, na obtenção dos parâmetros pertinentes. O programa computacional desenvolvido em linguagem FORTRAN calcula os valores de interesse. Os programas Tcl/Tk e Gnuplot oferecem a possibilidade de desenvolvimento de uma interface e de visualização gráfica dos resultados.