

Simulação de Fraturamento Hidráulico em Modelo Reduzido

André Luís Doty Campoy, Paulo R. Ribeiro

UNICAMP/FEM/DEP -FINEP/CTPETRO

Fraturamento – Hidráulico – Nolte



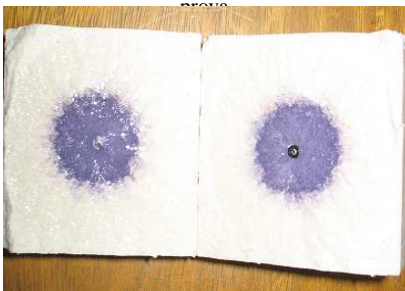
Resumo : A técnica de Fraturamento Hidráulico tem sido responsável pela viabilização econômica de muitos campos petrolíferos em todo o mundo. O Fraturamento Hidráulico trata-se da injeção de um fluido na formação rochosa, sob uma pressão suficientemente alta para causar a ruptura da rocha. Um dos fatores de maior relevância quanto ao projeto e execução do fraturamento é a perda de fluidos por filtração. A partir da curva de *pressão de injeção vs tempo*, aplica-se a análise de Nolte para obtenção dos coeficientes globais de filtração.

Introdução:

O processo de fraturamento hidráulico consiste na injeção de um determinado volume de fluido (sob vazão e pressão de injeção controlados) com o objetivo de se induzir e propagar uma fratura no interior do poço, facilitando o escoamento de fluidos. Esta técnica é ensaiada em laboratório com corpos de prova feitos em gesso (cubos de 10cm de lado) sujeitos a pressões laterais executadas por uma célula de confinamento



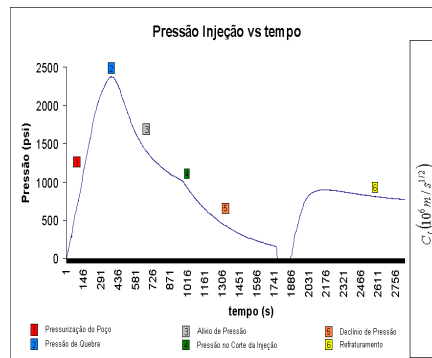
Célula de confinamento dos corpos de prova



Corpo de prova fraturado

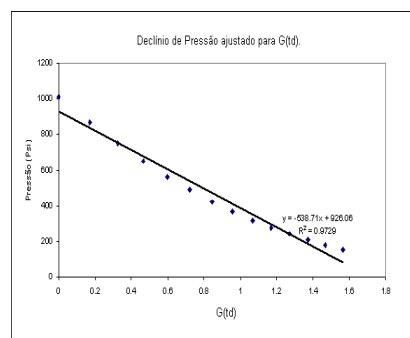
Metodologia:

As leituras de pressão de injeção formam o histórico de pressões no qual possui uma região de declínio de pressão, importante no estudo do fenômeno de filtração. Cada ensaio realizado, com sua respectiva curva de declínio, foi analisado juntamente com a geometria e dimensões da mesma. Foi utilizada uma vazão de injeção de fluido de fraturamento (3ml/min) e diferentes tempos de propagação de fratura. Para o cálculo do coeficiente global de filtração foi utilizada a análise de Nolte.



Histórico de Pressões

A partir desta curva, primeiramente identifica-se o período de declínio de pressão. Após identificado este período, encontramos a pressão de fechamento (pressão na qual observamos um ponto de inflexão na curva no trecho de declínio de pressão). A partir deste ponto, calculamos o coeficiente angular da reta (*mp*), que será utilizado no cálculo do coeficiente global de filtração.



$$C_L = \frac{m_p \beta}{f_p \sqrt{t_p} E'} \left(\left(\frac{32}{3\pi^2} \right) R \right)$$

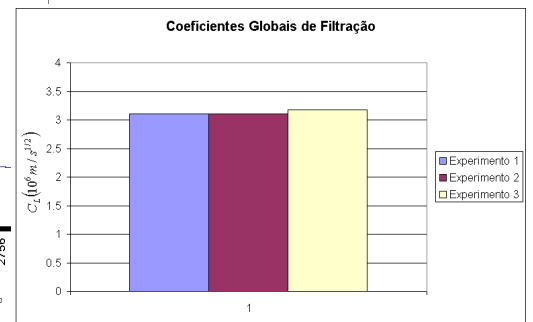
$$\beta = \frac{\hat{P}_n}{P_n}$$

Para o modelo de fratura radial, $f_p=1$.

Para efeitos de cálculo, $\beta=1$ (Razão entre a pressão líquida média na fratura e a pressão líquida.)

Utilizando-se desta metodologia, foram calculados alguns coeficientes globais de filtração para uma vazão de fraturamento de 3ml/min.

Resultados:



Conclusões :

- Os valores obtidos para o coeficiente global de filtração tiveram pouca influência da vazão de refraturamento de fluido.
- Os cálculos dos coeficientes globais de filtração apresentaram dimensão e resultados compatíveis com os obtidos em experimentos anteriores.
- Apesar da irregularidade na geometria de algumas fraturas, a simulação física de fraturamento hidráulico continua sendo uma importante ferramenta na avaliação da filtração no interior das fraturas.

Bibliografia :

- FERNANDES, P.D. Modelagem semi-analítica pseudo-3D de propagação e fechamento de fraturas induzidas em rochas. Tese de Doutorado, Unicamp, 1998.
- GROTHER, V.P. Estudo da Filtração de Fluidos Reticulados em Simulações Físicas de Fraturamento Hidráulico. Tese de Mestrado, Unicamp, 2000.
- FRAGA, S. R. Estudo de Declínio de Pressão em Ensaios de Fraturamento Hidráulico. Trabalho de Graduação, Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 2004.

Agradecimentos :

Ao DEP/FEM/UNICAMP, FINEP/CTPETRO e PETROBRÁS pelo apoio à pesquisa. Aos profissionais envolvidos na orientação e auxílio na prática em laboratório.