

Métodos experimentais para obtenção dos módulos elásticos

Prof. Dr. Mário Conrado Cavichia (PQ), Álvaro Affonso Dantas de Carvalho (IC)

Resumo

Neste estudo foi abordado a relação entre os ensaios de dureza e módulo de elasticidade de Young. Ele faz parte de uma pesquisa da Petrobras que pretende avaliar o comportamento de rochas carbonáticas ao processo de estimulação de poços por meio de fraturamento ácido. Um dos parâmetros importantes para esse processo é o RES, um ensaio de dureza.

Palavras Chave: Correlação entre módulo de Young e RES, Ensaios de dureza, Nanoindentação

Introdução

Com o advento da exploração de petróleo na região do Pré-Sal no Sudeste Brasileiro (Bacia de Santos), a Petrobras buscou novas formas de explorar esse recurso a uma profundidade que pode chegar a 7000m e rochas carbonáticas. Para essa exploração, chegou-se ao fraturamento ácido. Um dos parâmetros importantes para determinação para a condutividade do petróleo na fratura gerada por esse método é a dureza RES.

Porém era necessário achar uma correlação entre a dureza, que é um ensaio não-destrutivo com módulo de Young, por causa que os corpos de prova da região a ser estudada é de difícil aquisição, ou seja, qualquer corpo de prova é muito importante.

Foram analisados diversos ensaios de dureza existentes na literatura e entre eles foi encontrado o ensaio de nanoindentação, que consegue avaliar a relação entre dureza e módulo de Young.

Resultados e Discussão

Essa Iniciação Científica se focou na literatura referente aos ensaios de dureza existentes e suas aplicações na engenharia. O foco da pesquisa foi buscar nessa literatura alguma referência sobre a relação entre módulo de elasticidade de Young e a dureza.

Para tal objetivo foi feita uma análise dos diversos ensaios de dureza existentes e escolher um que se adeque melhor ao nosso estudo e o escolhido foi o ensaio RES.

Na literatura, existe um ensaio de dureza que consegue a relação requerida na pesquisa. Esse ensaio é o de Nanoindentação ou método IIT (*instrumented indentation testing*). Ele é um ensaio de obtenção de dados de carregamento e descarregamento contínuo, mas indica que existe uma relação entre os dois parâmetros.

Na literatura indica que essa relação entre módulo de Young e dureza obtidos no método IIT tem boa acurácia, mas com algumas ressalvas e verificações.

Conclusões

Para a pesquisa foi escolhido o ensaio de dureza RES justamente por já ser um ensaio que será utilizado e que existe uma relação entre dureza e módulo de Young, como mostrado no ensaio de nanoindentação.

Esses dois parâmetros são importantes para a Pesquisa, pois são utilizadas nas equações de condutividade hidráulica de uma fratura ácida para análise de viabilidade econômica.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Mario Conrado Cavichia pela orientação nesta pesquisa e bibliografia fornecida.

Ao pós-graduando Afonso Magioni pela auxílio na pesquisa e pela bibliografia fornecida.

Ao técnico de laboratório Edimir Brandão por auxílio na pesquisa e fornecimento de dados importantes do ensaio RES feito no LABES da Unicamp.

¹FERNANDES, P. D. **Modelagem semi-analítica pseudo tridimensional de propagação e fechamento de fraturas induzidas em rochas**. 1998. 196 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Petróleo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

²HAY, J. J.L. Hay, "Introduction to instrumented indentation testing," **Experimental Techniques**, v. 33, n. 6, pp. 66-72. 2009.

³NEUMANN, Luís Fernando, **Investigação experimental sobre a geração, visualização e avaliação da condutividade de fraturas ácidas em carbonatos microbiais**, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2011. 202 p. Dissertação (Mestrado).

⁴OLIVER, W.C., PHARR, G.M. 1992. **An improved technique for determining hardness and elastic-modulus using load and displacement sensing indentation experiments**, *Journal of Materials Research*, 7 (6), p. 1564-1583.