

1 Introdução

Recentemente, a indústria do petróleo tem mostrado grande interesse no processo de perfuração para obtenção de petróleo e gás. Este processo envolve vários milhões de dólares e as ferramentas básicas utilizadas são as brocas. Portanto, compreender o processo de perfuração e melhorar o projeto das brocas é uma importante área de pesquisa.

As brocas que trabalham por rotação geralmente são classificadas em dois tipos: i) brocas cônicas, que possuem peças em movimento, cujo mecanismo de corte é por esmagamento (compressão) da rocha e ii) brocas PDCs, que trabalham por raspagem (ruptura por cisalhamento) da rocha. O mecanismo de corte das brocas PDCs é o tema de interesse deste trabalho de pesquisa.

Tradicionalmente, os estudos de otimização de perfuração são baseados em energia mecânica específica (*Mechanical Specific Energy* - MSE), como apresentado no trabalho de Teale (1964). Assim, a MSE é a quantidade de energia necessária para extrair certo volume de rocha. No trabalho de Teale foi observado que, à pressão atmosférica, a MSE tem um valor próximo à resistência à compressão não confinada (UCS) da rocha.

Posteriormente, Pressier e Fear (1992) estenderam a aplicação do conceito de MSE para perfuração com pressão no poço. Nestas condições, a MSE poderia ser considerada igual à resistência à compressão confinada (CCS) da rocha. Porém, os autores observaram em testes de perfuração, para certas pressões confinantes, que a MSE era muito maior que os valores de CCS.

Os métodos de otimização de perfuração baseados em MSE necessitam de dados de perfuração, tais como: peso sobre a broca, taxa de penetração e torque. Nestes métodos, além da dificuldade de considerar o efeito da pressão no estudo,

os dados de entrada citados anteriormente são obtidos somente através de uma perfuração, impossibilitando uma previsão da otimização anterior à perfuração.

Este trabalho propõe o emprego de métodos numéricos como uma alternativa aos métodos de otimização baseados em MSE, para estudar o corte em rocha. O programa comercial de elementos finitos Abaqus foi escolhido para realização das simulações numéricas de corte. Este programa está sendo empregado intensamente no estudo do corte em metais e apresenta várias funcionalidades implementadas que possibilita levar em consideração as várias características que o problema de corte apresenta, tais como: problema dinâmico, alta taxa de deformação, problema de contato, problema de dano, lei de plasticidade, distorções da malha de elementos finitos e pressão de confinamento.

Inicialmente o estudo foi realizado para corte em metais, posteriormente estendido para o corte em rocha.

1.1

Objetivo do Trabalho

Este trabalho tem como objetivo realizar simulações numéricas tridimensionais de ensaios single cutter em rochas, considerando o efeito da pressão de confinamento e da alta taxa de deformação. Assim, possibilitar a avaliação das diferentes variáveis do problema de corte, tais como, geometria do modelo (rocha e cortador), profundidade e velocidade de corte, tipo de rocha (através da lei de plasticidade) e pressão de confinamento, que afetam o processo de corte. Os efeitos das mudanças (otimizações) nestas variáveis são avaliados através de resultados de força de corte e MSE.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Compilar e fazer uma revisão bibliográfica da utilização do método dos elementos finitos (Abaqus) no processo de corte em metais e rochas.
- Estudar o processo de corte em metais utilizando o método dos elementos finitos para obter as capacidades necessárias para a abordagem do problema de corte em rocha.

- Atingir o nível de desenvolvimento de modelos de corte em metais encontrados na literatura.
- Iniciar a transição do modelo de corte em metais para o modelo de corte em rocha, considerando uma lei de plasticidade adequada para rocha, que permite a introdução do efeito da pressão de confinamento.

1.2

Escopo do trabalho

a) Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica referente aos trabalhos desenvolvidos com o método dos elementos finitos para problemas de corte em metais e corte em rocha.

b) Capítulo 3 apresenta uma revisão da teoria fundamental do método dos elementos finitos aplicada ao problema de corte, especificamente ao programa Abaqus.

c) Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos das simulações de corte em metais e rochas.

d) Capítulo 5 apresenta as conclusões desta pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.