

6

Conclusões e Comentários Finais

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma metodologia capaz de avaliar as pressões no anular decorrentes de diversas situações comuns na perfuração de poços de petróleo como, por exemplo, os efeitos de variações de parâmetros operacionais como vazão do fluido de perfuração, taxa de penetração, propriedades do fluido, etc.

Para isso, foi desenvolvido um modelo transiente para a análise de escoamento multifásico durante a perfuração de poços de petróleo. Este modelo tem como principal característica a possibilidade de avaliar oscilações de pressões no anular ao longo do tempo para diferentes situações, como por exemplo, a presença dos cascalhos provenientes do corte da rocha, situações onde os parâmetros operacionais são modificados ao longo do tempo, simulando desta maneira, condições de campo.

Foi elaborado um programa computacional para a obtenção da solução numérica das equações diferenciais propostas no modelo. O programa mostrou ser uma ferramenta bastante versátil para os diversos tipos de problemas descritos ao longo do trabalho.

Foi estudada a influência da vazão do fluido de perfuração na formação do leito e nas pressões no poço. Como se pode ver através dos exemplos apresentados, a vazão do fluido é o parâmetro que mais altera as condições de hidráulica do poço, sendo o parâmetro que mais influencia a pressão e a formação do leito de cascalhos; ou seja, quanto maior for a vazão do fluido, maior será a pressão no anular e menor será a altura do leito formado.

As velocidades do fluido e dos cascalhos foram também avaliadas e o comportamento das mesmas foi dentro do previsto, ou seja, uma diminuição nas velocidades no leito à medida que o leito cresce. Quanto às velocidades na suspensão, observou-se um aumento das mesmas à medida que o leito cresce.

Foi incorporada ao modelo a possibilidade de considerar distintas as velocidades dos sólidos e do líquido no leito e na suspensão. Para as velocidades do leito não foram observadas grandes diferenças, levando-nos a concluir que o deslizamento entre as fases no leito não é um fator que interfere de forma representativa nos resultados. Uma vez que para as velocidades na

suspensão, foi observada uma diferença entre as mesmas, justificando, desta maneira a consideração do deslizamento entre as fases sólido-líquido na suspensão.

Foi considerada também neste modelo a concentração de sólidos na suspensão dada pela equação de difusão turbulenta. Como esperado, foi observado um aumento gradativo da concentração ao longo do tempo nas seções do duto.

O modelo permite também avaliar a remoção de sólidos em um duto com um leito de cascalhos formado. O resultado esperado foi observado, ou seja, a remoção dos cascalhos e uma diminuição da pressão no anular ao longo do tempo.

Foram avaliadas ainda algumas situações que ocorrem em operações de perfuração, como variação da taxa de penetração e vazão ao longo do tempo. Estas situações são muito comuns na prática da perfuração. O resultado destas simulações mostrou que o modelo desenvolvido consegue reproduzir o comportamento de campo de maneira bastante eficaz.

Uma avaliação da influência de alguns parâmetros do modelo foi realizada. A excentricidade da coluna de perfuração mostrou ser um parâmetro que influencia bastante na altura do leito, uma vez que, dependendo da posição da coluna de perfuração, pode elevar ou reduzir bastante a altura do leito.

A reologia do fluido possui uma influência moderada na determinação da altura do leito, mas mostrou influenciar sobremaneira nas pressões no anular. Este resultado é bastante coerente, uma vez que quanto mais denso for o fluido, maior será a sua capacidade de remoção dos sólidos, entretanto eleva também as pressões no anular. Assim, um estudo minucioso do fluido de perfuração deve ser levado em conta na fase de projeto do poço.

O fator de atrito nas paredes do duto mostrou ter pouca influência na determinação da altura do leito, por outro lado, apresentou um aumento significativo nas pressões, uma vez que este parâmetro influencia diretamente nas perdas de carga. Por outro lado, o fator de atrito na interface entre as regiões, influencia consideravelmente na capacidade de remoção do leito, mas não apresentou nenhuma variação brusca na pressão.

O modelo apresentado mostrou ser uma ferramenta bastante versátil para a avaliação das pressões no anular durante a perfuração. No entanto, este modelo é o primeiro passo para o desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas à perfuração de poços, uma vez que qualquer processo a ser

considerado posteriormente passa pelo fato de termos uma metodologia transiente bem consolidada.

6.1.

Sugestões para futuros trabalhos

Em primeiro lugar, a sugestão mais natural é propor que este modelo seja estendido para a consideração de um poço completo, desde o trecho vertical até o horizontal de maneira que possamos simular situações reais.

Outra sugestão natural é validar o modelo através de dados de pressões de poços já perfurados para a validação do modelo, incluindo uma avaliação das correlações de fator de atrito na interface e nas paredes para uma melhor calibração do modelo apresentado.

A consideração de outros modelos reológicos, como por exemplo, Modelo Newtoniano, Modelo de Bingham, e Modelo de Herschell-Buckley, tornaria o modelo mais versátil, pois permitiria a consideração de um número maior de fluidos de perfuração, bem como tornaria mais precisa as correlações de perda de carga.

Finalmente, uma sugestão que tornaria o modelo mais realista seria a incorporação da possibilidade de simular outras condições de perfuração como, por exemplo, movimentações da coluna de perfuração, deslocamento de tampões, perda de circulação, etc.