

DESLOCAMENTO DE FLUIDOS VISCOPLÁSTICOS EM POÇOS DE PETRÓLEO HORIZONTAIS DE GEOMETRIA IRREGULAR

Aluno: Rafael Alberto Valpaços de Lemos Leal

Orientador: Paulo Roberto de Souza Mendes

Introdução

Uma das primeiras atividades necessárias à exploração de um poço é a sua cimentação, que envolve, resumidamente, a substituição do fluido de perfuração pelo cimento. Durante esse processo, utiliza-se um fluido intermediário. É de grande interesse econômico e de segurança que o fluido de perfuração seja integralmente removido e não contamine o cimento. Para tal, o conhecimento do impacto da reologia dos fluidos e da vazão de bombeamento na estabilidade de suas interfaces é essencial, sendo, portanto, a proposta deste estudo.

Objetivos

O projeto visa simular experimentalmente o deslocamento de um fluido por outro durante a cimentação de poços de petróleo horizontais de geometria irregular. Pretende-se estudar o comportamento da interface entre dois fluidos reologicamente bem definidos, ao se variarem suas características e a vazão de bombeamento do fluido deslocador. Assim, procuraremos estabelecer as condições ideais de operação para se evitar o fenômeno de “*fingerling*”, em especial determinar a dimensão otimizada do fluido “colchão”, a fim de evitar contaminações e o contato entre o cimento e o fluido de perfuração.

Apresentação do Problema

Durante a perfuração de poços de petróleo são utilizados fluidos de perfuração viscoplásticos para promover a remoção do cascalho e de outros detritos provenientes do processo, além de auxiliar no resfriamento da broca. Os fluidos não newtonianos são perfeitos para tal função, já que apresentam alta viscosidade em contato com as pequenas partículas de detritos, permitindo o carregamento, e baixa viscosidade em contato com as paredes do poço, possibilitando o uso de menores potências de bombeamento.

Após esta etapa, o fluido de perfuração, com os detritos, precisa ser removido e substituído pelo cimento, que garantirá a estabilidade estrutural da parede do poço. O procedimento de cimentação envolve o deslocamento pelo cimento, também viscoplástico, de um fluido intermediário newtoniano, denominado “colchão”, que, por sua vez, desloca o fluido de perfuração através do espaço anular no entorno da coluna de perfuração.

Deseja-se obter uma interface de deslocamento entre cada par de fluidos a mais estável e plana possível, garantindo a retirada integral do fluido de perfuração e a não contaminação do cimento por esse, utilizando a menor quantidade de fluido “colchão” necessária [1]. Um dos fenômenos observados durante o deslocamento de um fluido de maior por outro de menor viscosidade é a instabilidade de Saffman-Taylor ou “*viscous fingerling*”. Tal fenômeno se caracteriza pela desestabilização da interface entre os dois fluidos, que cresce pela interpenetração do fluido menos viscoso em formato de dedos. Para o deslocamento inverso, a interface é estável [2].

Como o cimento é mais viscoso que o fluido “colchão” que, por outro lado, é menos viscoso que o fluido de perfuração, geralmente, as maiores dificuldades de deslocamento e problemas de contaminação estão relacionados à interface entre esses dois últimos. Sendo

assim, nosso estudo focará primeiramente no deslocamento de um fluido viscoplástico por um fluido newtoniano menos viscoso. Em seguida, pretendemos analisar todos os outros casos possíveis de pares deslocador-deslocado.

Além disso, pelas próprias características das colunas de perfuração, os poços apresentam uma geometria de aspecto irregular que dificulta ainda mais os procedimentos de deslocamento de fluidos e a manutenção de uma interface plana entre eles. É com o intuito de analisar a dinâmica de deslocamento, sem desprezar os efeitos das irregularidades das paredes do poço, que nosso experimento procurará utilizar uma geometria com características básicas similares às encontradas na realidade, mantendo a proporcionalidade.

Metodologia

Para a realização do estudo foi construída uma bancada experimental a fim de realizarmos as simulações das operações de deslocamento de um fluido deslocado por outro deslocador. Os fluidos não newtonianos utilizados serão soluções aquosas de Carbopol, em diferentes concentrações. Os fluidos newtonianos utilizados serão soluções aquosas de glicerina, em diferentes concentrações.

A bancada é composta por um arranjo horizontal de 2 tubos cilíndricos concêntricos de acrílico transparente e com formato em “zig-zag”, que pretendem reproduzir as características geométricas essenciais de um poço horizontal irregular. Uma seção de 5 picos e 4 vales está imersa em um aquário de glicerina e será considerada a região de interesse do experimento, onde serão realizadas as observações. Existem ainda 3 reservatórios pressurizados que comportam Carbopol, glicerina e água (para limpeza), utilizados em cada simulação.

Com uma câmera filmadora digital pretendemos observar a evolução da forma da interface entre o fluido deslocador e o deslocado, no espaço anular, em função dos parâmetros do problema. O parâmetro dinâmico de interesse é a vazão de injeção do fluido deslocador (controlada pela pressão do respectivo reservatório) e os parâmetros reológicos são a razão de viscosidades, o expoente *power law*, a tensão limite de escoamento e o índice de consistência (controlados pelas concentrações do Carbopol e da glicerina).

Para facilitar a observação da interface, no fluido deslocador serão colocadas pequenas partículas a serem iluminadas por um plano de laser, passando pelo eixo dos tubos e paralelo ao plano da imagem, em uma parte da região de interesse.

Conclusões

Como o estudo, até o momento, se encontra em sua etapa inicial de construção da bancada experimental, nenhum dado ou conclusão foi ainda obtido. A realização do estudo permitirá uma maior compreensão do comportamento da interface de deslocamento entre dois fluidos de características similares aos utilizados nos procedimentos de cimentação de poços horizontais de petróleo, em função de suas características reológicas e da vazão de bombeamento do deslocador.

Tal conhecimento indicará uma forma de tornar o processo de substituição do fluido de perfuração pelo cimento mais eficiente, otimizando a retirada do primeiro e reduzindo a contaminação do cimento, minimizando a ocorrência do fenômeno de “*fingering*”.

Referências

1 – MARCHESINI, F. H. **Materiais Viscoplasticos em Problemas de Engenharia**. Rio de Janeiro, 2008. Tese de Mestrado – Departamento de Engenharia Mecânica, PUC-Rio.

2 - VARGES, P. R.; FARIAS, P. S. C. **Estabilidade de Interface entre Líquidos Não Newtonianos Escoando em Meio Poroso**. Rio de Janeiro, 2007.40p. Projeto de Graduação – Departamento de Engenharia Mecânica, PUC-Rio.