

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Avaliação das correlações utilizadas para cálculo da viscosidade dos fluidos em sistemas BCS

AUTORES:

Micaela de Freitas Andrade

Carla Wilza Souza de Paula Maitelli

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 8º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 20 a 22 de outubro de 2015, em Curitiba/PR. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 8º PDPETRO.

AVALIAÇÃO DAS CORRELAÇÕES UTILIZADAS PARA CÁLCULO DA VISCOSIDADE DOS FLUIDOS EM SISTEMAS BCS

Abstract

Due to the high flow of liquid produced at great depths, it has expanded the use of artificial lift method Electric Submersible Pump (ESP) and increasingly, new technologies are being incorporated into the method, particularly in regard to the electrical subsystem. The greatest problems of this lifting method is related to the viscosity limits and the amount of gas in the method can operate efficiently. Throughout fluid path in a ESP operating system, the temperature gradient will affect the characteristics of the multiphase flow, affecting the flow production and pressure losses. Viscosity is one of more variables affected by the effects of temperature and determine the calculation methods to predict its behavior from the reservoir to the surface it becomes very important to obtain the dynamic model suitable for a well. The evaluation of the methodologies used to calculate the saturated oil viscosity in operating systems ESP was carried out this paper through output parameters presented by a computer program that simulates the dynamic behavior of the well throughout its production life.

Introdução

O BCS é um método de elevação artificial em que a energia é transmitida para o fundo do poço através de um cabo elétrico. A energia elétrica é transformada por um motor elétrico de subsuperfície, o qual está conectado a uma bomba centrífuga de múltiplos estágios. Esta, por sua vez, transmite a energia para o fluido sob forma de pressão, elevando-o para a superfície.

Um sistema básico operando por BCS possui equipamentos de subsuperfície (motor, selo, separador de gás, bomba e cabo) e de superfície (transformador, quadro de comando, VFD, caixa de ventilação e cabo), como mostrado na figura 1. Problemas advindos da operação de fluidos com elevadas quantidades de gás ou altas viscosidades poderão dificultar o funcionamento do motor e da bomba, a responsável pela elevação dos fluidos, o que reduz sensivelmente a eficiência do sistema como um todo, ocasionando menores vazões de produção. Os parâmetros afetados estão relacionados à potência da bomba, altura de elevação (*Head*) e capacidade de bombeamento.

Ao longo dos anos, vários autores têm desenvolvido metodologias e correlações baseadas em dados experimentais para melhor prever o comportamento dos sistemas BCS considerando o bombeamento de fluidos viscosos. Neste trabalho foram avaliadas situações usuais em poços da região Nordeste operando exclusivamente por BCS, através de um simulador computacional, em termos das correlações para cálculo da viscosidade dos fluidos.

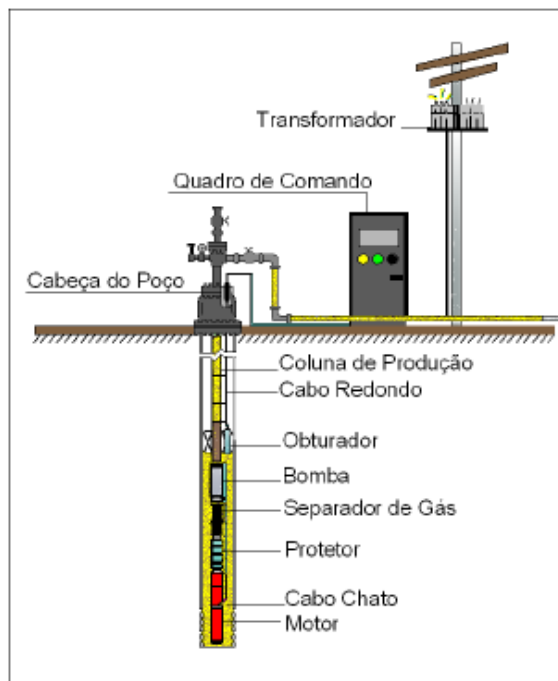


Figura 1. Sistema operando por BCS.

Metodologia

A escolha de correlações para cálculo da viscosidade e a determinação de cenários de campo da indústria do petróleo são pontos iniciais para a avaliação das correlações usadas no cálculo da viscosidade dos fluidos.

Desta forma foram escolhidas as correlações de Chew e Connaly (1959); Beggs e Robinson (1975); Khan, Al-Marhoun, Duffua e Abu-Khamsin (1987); Kartoatmodjo e Schmidt (1994); Petrosky e Farshad (1995); Dindoruk e Christman (2001); Bergman e Sutton (2007) *apud* Prado Vieira (2011) para o cálculo da viscosidade do óleo saturado. Enquanto que para o cálculo da viscosidade óleo morto foram utilizadas as correlações de Beal (1946); Beggs e Robinson (1975) e Glaso (1980) *apud* Brill e Mukherjee (1999).

Através do emprego de um simulador computacional desenvolvido, citado por Barbosa (2012), no Laboratório de Automação e Petróleo da UFRN, é possível descrever o comportamento dinâmico de todos equipamentos para um poço operando por BCS. Assim, parâmetros como o BSW (*Basic Sediments and Water*) e grau API do óleo puderam ser variados (valores de 0%; 20%; 40% e 70% para o primeiro; e 10; 18,5; 25 e 45 para o segundo). Ainda foi considerada a formação ou não de emulsões no fluido de produção em um poço com profundidade de canhoneados igual a 1500 m, profundidade de admissão da bomba igual a 1450 m, pressão estática igual a 105 kgf/cm², pressão da cabeça do poço igual a 20 kgf/cm². Para os casos onde foi considerado a ocorrência de água (BSW≠0%), a densidade relativa da mesma foi considerada ser igual a 1.

No comportamento dinâmico simulado do poço operando por BCS foram avaliadas a altura de elevação (*Head*), a eficiência da bomba, temperatura do fluido e a vazão da bomba, todos no regime de equilíbrio do sistema. Com esses parâmetros de saída, as correlações para o cálculo da viscosidade do puderam ser comparadas e avaliadas.

Resultados e Discussão

Inicialmente as verificações foram feitas sem a consideração da existência de água na mistura, ou seja, BSW=0%, para todas as correlações citadas anteriormente. Nesses casos, variando apenas um parâmetro no cálculo da viscosidade do óleo morto ou a viscosidade do óleo saturado, considerando as outras como fixas, não houve variação significativa no cálculo da eficiência ou altura de elevação, assim como mostrado na figura 2.

Não chegando a 3% em nenhum dos casos avaliados tanto para a eficiência quanto para altura de elevação e vazão. Sem considerar a emulsão esses dados se repetem para os valores de BSW= 20%, 40% e 70%.

Quando foram avaliadas as mesmas correlações e variando apenas os valores de BSW, verificou-se que ocorreram modificações consideráveis nos parâmetros de saída da análise dinâmica dos sistemas. Misturas com quantidades elevadas de água, com óleos de °API elevados (óleos leves ou médios) apresentaram comportamento muito parecido com o comportamento da água, obtendo-se assim, valores de eficiência e *Head* mais altos quando não foi considerado o efeito da emulsão, como pode ser visto na figura 4. Este foi um comportamento esperado. Quando se considerou o efeito da emulsão, verificou-se que para uma faixa de valores de °API próximos a 20, houve um aumento significativo nas curvas de altura de elevação e eficiência do sistema, se comparados aos valores típicos da curva do fabricante para a água. Em nenhum dos casos houve problemas relativos à utilização da ferramenta computacional utilizado. Os tempos de simulação permanecem praticamente os mesmos.

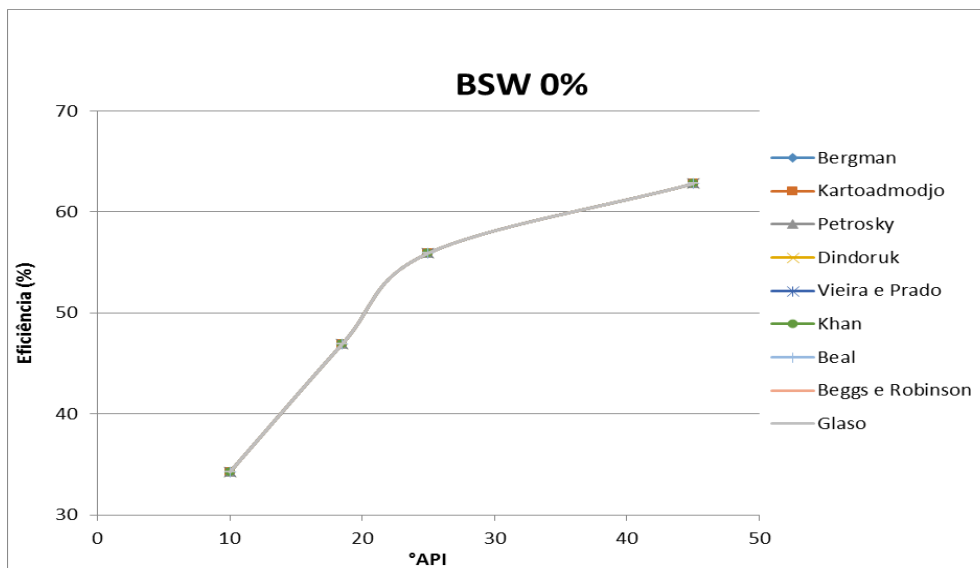


Figura 2. Comportamento da eficiência da bomba com BSW 0%.

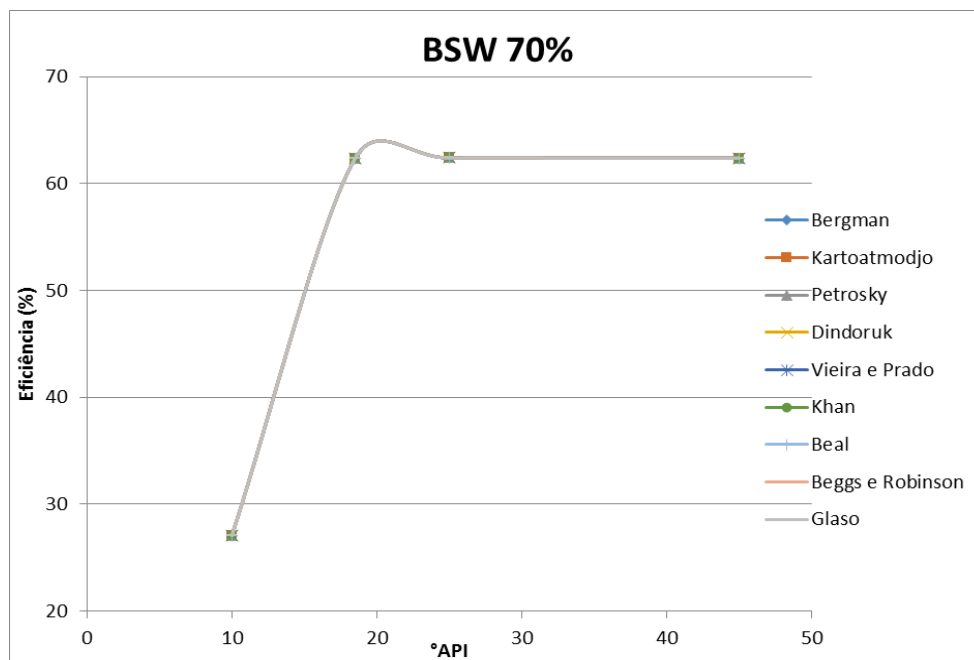


Figura 3. Comportamento da eficiência da bomba com BSW 70% considerando a emulsão.

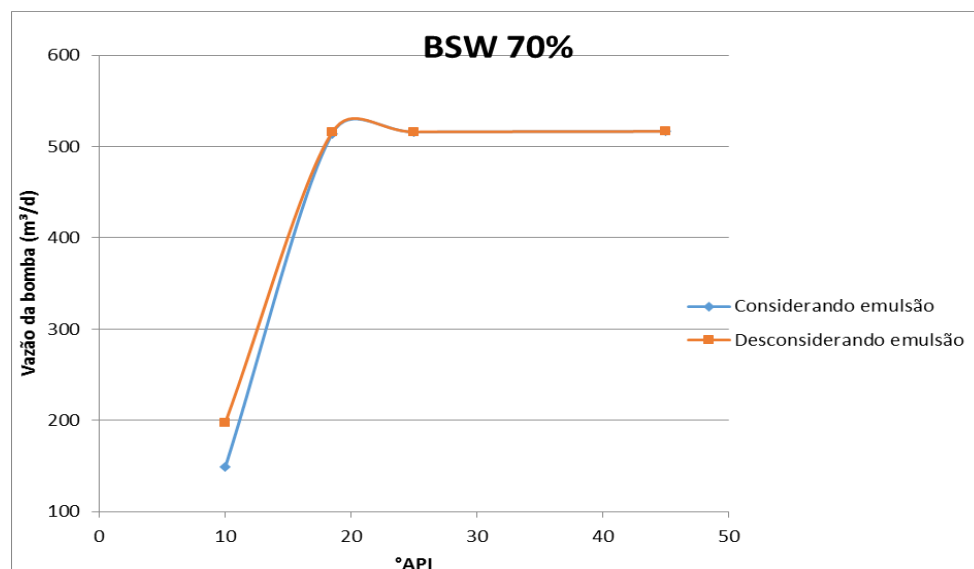


Figura 4. Comportamento da vazão da bomba para a consideração da emulsão com BSW 70%.

Conclusões

- A utilização de diferentes correlações para cálculo da viscosidade não interferiu nos resultados das simulações, como visto nas figuras 2 e 3. Valores de altura de elevação, eficiência e vazão no sistema em equilíbrio ficaram muito próximos entre si.
- Não ocorreram instabilidades, nem houve mudanças drásticas nos tempos e simulação em virtude das alterações nas formulações.
- A variação da fração de água deverá sempre ser considerada para obtenção de soluções corretas para os problemas.
- Deverá existir um cuidado adicional de projeto, no sentido de verificar a formação ou não de emulsões quando há existência de óleos pesados.

- Para próximos trabalhos é de extrema importância, considerar não só a ocorrência de fluidos viscosos e emulsão, mas também percentuais diferenciados de gás no interior da bomba, já que este atualmente é um dos fatores que mais influenciam na redução da eficiência de bombas BCS.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido através de uma parceria PETROBRAS/UFRN. Os autores agradecem à UFRN, à Petrobras e aos pesquisadores que atuam no Laboratório de Automação em Petróleo LAUT/UFRN.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, T. de S. *Simulador Computacional para Poços com Elevação por Bombeio Centrífugo Submerso(BCS)*. Prêmio Petrobras de Tecnologia, 2012.

BRILL, J.P.; MUKHERJEE, H. *Multiphase Flow in Wells*. Monografia, Volume 17 SPE Henry L. Doherty Series, SPE, Richardson – Texas, 1999.

PRADO, M. G., VIEIRA, R. A. M., *Análise das Correlações Black-Oil para o Cálculo da Viscosidade do Óleo Vivo e Nova Metodologia para o Ajuste de Parâmetros com PVTs*, V SEMINÁRIO DE ELEVAÇÃO ARTIFICIAL E ESCOAMENTO, 2011.