

6

Comentários Finais e Sugestões

6.1

Comentários Finais

Nesta pesquisa, um modelo de deposição de parafina foi desenvolvido para escoamento multifásico e turbulento. O modelo de deposição é baseado no fluxo de massa convectivo da parafina dissolvida. O coeficiente de transferência de massa é estimado em função do coeficiente de transferência de calor, da curva de solubilidade e dos campos de temperatura e concentração da parafina dissolvida.

A caracterização do escoamento multifásico foi realizada utilizando o modelo de deslizamento, incorporado no aplicativo TRANSFLUX (Stuckenbruck, 1994), o qual é baseado no método de volume finitos para discretizar as equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia da mistura e conservação de massa do gás. O módulo para previsão de deposição de parafina foi adicionado ao aplicativo, através da discretização de uma equação de conservação adicional, correspondendo a conservação de massa da parafina dissolvida. Esta equação também foi discretizada pelo método de volumes finitos, sendo o fluxo convectivo estimado com a aproximação *upwind*. A integração temporal foi realizada com o método de Euler implícito de primeira ordem, assim como todas as outras equações de conservação.

Diversas correlações para avaliar o coeficiente de transferência de calor, para os diferentes padrões de escoamento e inclinações da tubulação encontram-se disponíveis na literatura. Dessa forma, selecionou-se um conjunto de correlações para implementação no aplicativo TRANSFLUX, e investigou-se a influência da escolha destas correlações de cálculo de coeficiente de transferência de calor por convecção nos resultados de espessura do depósito de parafina. As correlações são selecionadas de acordo com a geometria e padrão de escoamento para os quais foram desenvolvidas. Observou-se que, para cada situação, as correlações não influenciam no cálculo do depósito de parafina.

O modelo desenvolvido foi validado comparando as predições da espessura do depósito com medidas experimentais obtidas em laboratório para o padrão de fluxo bolha, anular e intermitente, e diferentes inclinações do duto. A espessura de depósito previsto pelo modelo convectivo foi comparada com os resultados da previsão utilizando o modelo de difusão molecular tradicionalmente empregado. Os resultados indicam que um melhor acordo com os dados experimentais foi obtido, uma vez que a espessura de depósito foi determinada sem a introdução de fatores de ajuste, por vezes utilizados pelo modelo de difusão molecular.

Um poço de produção de petróleo existente foi modelado e o impacto na queda de pressão devido à redução da área seção transversal causada pela deposição de parafina progressiva na parede do duto foi examinado. Para investigar a capacidade da metodologia em prever o escoamento em um poço real, selecionou-se um período de operação do poço entre passagens de *pigs*.

A partir de dados de pressão medidos em diferentes pontos ao longo do duto, buscou-se estimar a presença de depósito, uma vez que dados de campo não se encontram disponíveis. O objetivo da análise foi identificar o impacto da deposição na pressão no fundo do poço produtor devido a diminuição do diâmetro interno do duto.

O simulador OLGA (Scandpower, 2012) também foi empregado para modelagem do depósito em um poço real. Os resultados das simulações foram comparados com os do modelo desenvolvido. O campo de pressão dos dois simuladores apresentou excelente concordância. A concordância com a temperatura e fração de líquido pode ser considerada satisfatória, já que os desvios foram pequenos. Com relação a deposição, a mesma ordem de grandeza e posição também foi obtida com os dois simuladores, com discordâncias com relação ao formato do depósito. O modelo de deposição do OLGA é baseado na difusão molecular com fator de correção igual a 15, o qual foi definido por Matzain (1999) em suas experiências de forma a ajustar os dados de depósito.

Em resumo, os resultados indicam que o modelo convectivo representa um avanço na previsão da deposição, em particular por não requerer fatores de ajuste para os dados experimentais. Finalmente, vale ressaltar que o presente trabalho disponibiliza uma metodologia que pode ser utilizada e aprimorada, por não se tratar de um código fechado em projetos envolvendo escoamento multifásico onde ocorre depósito de parafina.

6.2 Sugestões

As seguintes sugestões foram identificadas durante a elaboração do presente estudo que poderão ser utilizadas no desenvolvimento de futuros trabalhos:

- Avaliação da influência das propriedades do fluido pelo modelo *black oil*, comparativamente aos modelos termodinâmicos disponíveis em simuladores comerciais de cálculo de depósito de parafina. Para viabilizar esta análise sugere-se que rotinas sejam desenvolvidas para leitura de tabela de propriedades dos fluidos gerada por simuladores de cálculo PVT ;
- Investigar o efeito da cinética de precipitação na deposição de parafina, utilizando métodos numéricos no lugar de correlações empíricas para resolver as equações de transporte, conforme sugerido por Huang et al (2011).
- Aprimorar o modelo através da análise de outras condições experimentais e de campo, de modo a torná-lo mais robusto. Analisar óleos com outras características, como por exemplo, óleos mais pesados e com diferentes Temperaturas Iniciais de Aparecimento de Cristais. Além disso, outras geometrias e condições operacionais podem ser testadas.
- Acrescentar no modelo proposto o efeito de outros mecanismos para que possa ser avaliada sua contribuição no fenômeno de deposição de parafina, como por exemplo, o mecanismo de Dispersão por Cisalhamento e Difusão Browniana.