

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi investigado experimentalmente o deslizamento aparente que ocorre em escoamentos de materiais viscoplásticos, visando o melhor entendimento das condições em que esse fenômeno se manifesta, bem como foi determinada a tensão cisalhante necessária para descolar uma quantidade de parafina depositada sobre diferentes revestimentos.

Devido a uma evidência experimental de que o grau de deslizamento depende de duas propriedades físicas (rugosidade e ângulo de contato) da superfície interna do duto. Foi construída uma planta experimental na qual era possível variar as placas que formavam as paredes do canal pelo qual o fluido era forçado a escoar. Foram realizados testes de escoamento para as placas com os diversos tipos de escoamento, de forma que foi possível obter a curva vazão x pressão para cada tipo de revestimento.

Foram utilizados três fluidos, a saber, solução de água com glicerina, Carbopol 0,13% e suspensão à base de óleo.

Nos testes preliminares foi constatado que os resultados experimentais concordam com a solução analítica, uma vez que validamos a montagem experimental usando fluidos newtonianos, que não apresentam deslizamento e cujos resultados são conhecidos.

Em seguida, realizamos os testes com um fluido à base de água e um fluido à base de óleo, onde foi possível observar o fenômeno de deslizamento aparente. Para esta quantificação foi realizada uma comparação entre as curvas experimentais e teóricas. As curvas teóricas foram obtidas através de simulação numérica supondo ausência de deslizamento.

Determinamos também a tensão de cisalhamento necessária para descolar uma quantidade de parafina depositada sobre os revestimentos, para tentar avaliar o nível de aderência da parafina em cada tipo de revestimento.

Pela análise dos resultados obtidos concluímos que o deslizamento aparente, existente em escoamentos de materiais viscoplásticos, se manifesta na faixa de baixas tensões adimensionais.

Na investigação experimental, consideramos que quatro parâmetros adimensionais afetam as curvas de velocidade média adimensional versus a

tensão adimensional na parede. Desses parâmetros, dois deles são propriedades reológicas dos materiais, J e n . Os dois outros, que afetam o deslizamento aparente, são a rugosidade relativa da parede (e/h) e o ângulo de contato entre o fluido base do material viscoplástico e a superfície sólida através da qual o material escoar.

Os resultados numéricos mostram que, para um J fixo, quanto maior o n mais rápido e brusco é o aumento de vazão quando a tensão adimensional na parede é igual a 1, e menor é o seu crescimento subsequente (uma inclinação menor na curva para valores maiores de τ_w^*). Percebemos também que, para um n fixo, quanto maior o J maior e mais brusco é o aumento da vazão quando a tensão adimensional na parede é igual a 1.

Com relação aos parâmetros que afetam o deslizamento aparente, constatamos que o aumento na rugosidade relativa causa uma diminuição no deslizamento aparente. Constatamos também que a influência do ângulo de contato não ficou bem definida com os resultados obtidos, sugerindo que outros parâmetros podem ter papel importante neste fenômeno. De qualquer forma pudemos constatar que, para o fluido à base de óleo, as amostras sem tratamento apresentam nível de deslizamento inferior, e que as amostras 17-20 ($\text{CF}_4 + \text{H}_2$), 25-28 (Ar), 29-32 (SF_6) e 33-36 (CF_4) apresentam nível de deslizamento superior.

Os resultados obtidos neste projeto mostraram que, através da utilização de revestimentos internos a dutos, é possível obter enormes reduções de perda de carga em escoamentos de materiais viscoplásticos como os petróleos muito viscosos, suspensões diversas, fluidos de perfuração, dentre outros. Os revestimentos têm duas funções principais, a da redução da rugosidade e a do aumento da molhabilidade, ambas com o efeito de causar/aumentar o nível de deslizamento e, conseqüentemente, reduzir a perda de carga. Como o bombeamento de materiais viscoplásticos envolve tipicamente enormes potências de bombeamento, a redução da perda de carga pode reduzir drasticamente os custos operacionais.

A partir dos resultados relatados neste texto, percebemos que o fenômeno de deslizamento é muito complexo, e que, além da rugosidade e do ângulo de contato, outros parâmetros podem ter influência sobre o fenômeno. Portanto, no que tange ao nível de deslizamento é importante testar o desempenho de um dado revestimento com o mesmo fluido que irá escoar na aplicação prática.