

EFEITO DE REVESTIMENTO NA PERDA DE CARGA DURANTE O ESCOAMENTO INTERNO DE ÓLEOS PESADOS

Alunos: Marcelo M. da Silva e Alexandre H. Porsche
Orientador: Paulo R. de Souza Mendes

Introdução

A importância dos petróleos pesados vem crescendo significativamente nos últimos anos em face de sua abundância no país e do cenário político internacional. A principal característica desse tipo de óleo é sua alta viscosidade e a consequente dificuldade de transporte. Altas potências de bombeamento são necessárias para manter o escoamento de um óleo pesado em um oleoduto.

Sabe-se que muitos desses petróleos pesados têm características reológicas viscoplásticas. Materiais com tal tipo de comportamento mecânico, sob certas condições de escoamento ainda não muito bem conhecidas, apresentam deslizamento aparente na parede ao escoar internamente. Esse deslizamento tem o potencial de diminuir substancialmente a perda de carga em um escoamento.

Existe evidência experimental que leva a crer que o grau de deslizamento depende de duas propriedades da superfície interna do duto, a saber, a rugosidade e a molhabilidade (ou ângulo de contato). Portanto, em princípio, diferentes tipos de revestimento interno devem implicar diferentes características de deslizamento.

Objetivos

O presente projeto, executado em colaboração com a USP, propôs-se a estudar o deslizamento aparente que ocorre em escoamentos de materiais viscoplásticos, visando a melhor entender em que condições esse fenômeno se manifesta.

Metodologia

Para atingir o objetivo acima, selecionamos e caracterizamos reologicamente materiais viscoplásticos, que foram utilizados em um experimento que consistia no escoamento em um canal de placas paralelas. Estas placas eram revestidas com diferentes materiais (pela equipe da USP), e estes revestimentos tiveram medidas suas rugosidades e ângulos de contato. Nos experimentos, o material viscoplástico era forçado a escoar pelo canal, e a curva de vazão x pressão era medida para cada tipo de revestimento. Estes mesmos escoamentos foram simulados numericamente supondo a ausência de deslizamento, e portanto curvas teóricas de vazão x pressão também foram obtidas. A comparação entre as curvas teóricas e as experimentais correspondentes fornecia uma quantificação do deslizamento ocorrido nos experimentos.

A caracterização reológica dos fluidos de trabalho foi efetuada com o auxílio de um reômetro ARES. Recebemos o óleo de Urucu (leve) e o óleo de Marlin (pesado) com o intuito de utilizá-los como fluidos de trabalho, pois havia a suspeita de que estes óleos apresentavam comportamento viscoplástico. Com o reômetro rotacional ARES efetuamos a caracterização reológica desses óleos, que apresentaram comportamento newtoniano à temperatura de 25°C. Utilizamos o método dos mínimos quadrados para a obtenção das propriedades reológicas a partir das curvas de escoamento. Obtivemos a viscosidade do óleo de Urucu, $\eta_0 = 0,0081$

Pa.s, e obtivemos a viscosidade do óleo de Marlin, $\eta_0 = 0,427$ Pa.s. Uma vez que ambos os óleos apresentaram comportamento newtoniano à 25°C (a temperatura dos testes do escoamento através das placas paralelas), buscamos outros materiais com comportamento viscoplástico nesta temperatura. Os materiais escolhidos foram uma suspensão base óleo e uma dispersão de Carbopol em água.

O ângulo de contato entre água ou óleo e os diferentes revestimentos testados foi medido com a utilização de um goniômetro SEO. A rugosidade das superfícies revestidas foi avaliada por medições realizadas com o auxílio de um rugosímetro. Algumas destas medições foram efetuadas na PUC-Rio, e outras na USP. O goniômetro é ligado a um computador no qual utilizamos um software para captura das imagens da gota. O próprio programa realiza a medição do ângulo de contato. Para cada revestimento, realizamos entre 5 e 10 medições para cada placa, tanto para as gotas de água quanto para as gotas de óleo, obtendo um valor médio para o ângulo de contato.

A medição da rugosidade das placas revestidas foi efetuada no Laboratório de Metrologia Dimensional (LMD/ITUC/PUC-Rio). Essa medição foi realizada pelo método direto, em cinco posições diferentes igualmente espaçadas ao longo da superfície, utilizando-se o rugosímetro Taylor Hobson – Certificado de calibração no 0186/07 – LMD/ITUC/PUC-Rio.

A planta experimental consiste de uma bomba de deslocamento positivo, uma seção de testes, um reservatório, um manômetro digital (sensor de pressão) e uma balança. A seção de testes consiste de duas placas paralelas de dimensões 100 mm de largura, 150 mm de comprimento e espessura não inferior a 5 mm. A folga entre as placas é fixada em 1 mm. As placas, que constituem as paredes internas da passagem através da qual os óleos escoam, podem ser substituídas para permitir a investigação de diferentes tipos de revestimento.

Realizamos os testes de escoamento, bombeando os fluidos através da seção de testes e medindo a pressão na entrada das placas com um manômetro digital. Dessa maneira, medimos a perda de carga durante o escoamento laminar entre as placas revestidas, de forma a poder avaliar o nível de deslizamento ocorrido.

Conclusões

Com relação aos parâmetros que afetam o deslizamento aparente, constatamos que, para um ângulo de contato fixo, um aumento na rugosidade relativa causa uma diminuição no deslizamento aparente. Constatamos também que para uma rugosidade fixa, um aumento do ângulo de contato entre o fluido base que forma o material viscoplástico e a superfície através da qual o material escoam causa uma diminuição do deslizamento aparente. Logo, com base nos testes realizados, quanto maior a molhabilidade, maior é o deslizamento aparente.

Referências

- 1 – de Souza Mendes, P. R., 2007. Dimensionless non-Newtonian fluid mechanics. *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 147 (1-2), 109-116.
- 2 – de Souza Mendes, P. R., Dutra, E. S. S., 2004. Viscosity function for yield-stress liquids. *Applied Rheology* 14 (6), 296-302.
- 3 – Seth, J. R., Cloitre, M., Bonnecaze, R. T., 2008. Influence of short-range forces on wall-slip of microgel pastes. *J. Rheol.* 52 (5), 1241-1268.