

MEC 2310 - MÉTODOS EXPERIMENTAIS EM ENGENHARIA MECÂNICA

Trabalho

data de entrega e apresentação: 18 /12/ 2018

Um dos problemas mais críticos na produção de petróleo em águas profundas é a deposição de parafina nas paredes internas das linhas de produção e transporte. O petróleo sai do poço no fundo do mar a aproximadamente 60°C e escoar através destas linhas instaladas no leito marinho por alguns quilômetros, subindo através dos *risers* até as plataformas de produção. A Figura 1(a) ilustra de maneira esquemática o arranjo submarino descrito.

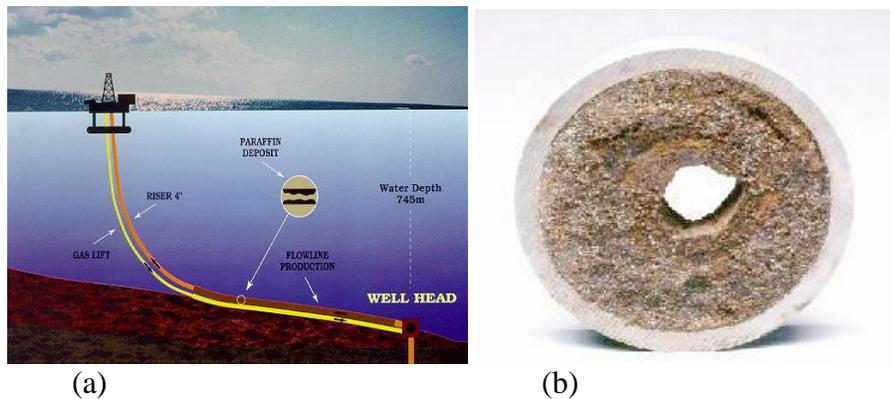


Figura 1- (a) Linha submarina de produção de petróleo. (b) Linha submarina obstruída por depósito de parafina. (fonte: CENPES/Petrobras).

A água do mar a profundidades superiores a 700 metros encontra-se na temperatura de aproximadamente 5°C. À medida que o petróleo quente escoar, perde calor para o ambiente, e quando é atingida uma temperatura crítica chamada TIAC (*Temperatura Inicial de Aparecimento de Cristais*), cristais de parafina saem de solução podendo depositar-se nas paredes internas da linha. A deposição de parafina pode causar obstruções severas, provocando a diminuição da vazão de produção, ou mesmo obstrução total com perda da linha. A Figura 1(b) mostra um exemplo de uma linha obstruída por depósito de parafina.



Figura 2 – Amostra de linha submarina de petróleo isolada termicamente.

Uma das soluções para evitar a deposição de parafina é a utilização de linhas isoladas. A Figura 2 mostra uma fotografia de uma amostra de linha isolada utilizada na Bacia de Campos. Para garantir que o petróleo mantenha-se aquecido acima da TIAC, evitando assim a deposição de parafina, testes devem ser conduzidos para verificar se o nível de isolamento especificado na fase de projeto foi efetivamente obtido pelo fabricante da linha.

A resistência térmica da linha é caracterizada na indústria de petróleo pelo *TEC* – *Thermal Exchange Coefficient*, definido de acordo com a Figura 3 como,

$$TEC = \frac{q''P}{(T_i - T_e)}$$

onde,

q'' : calor radial trocado por unidade de área (W/m^2)

P : perímetro da linha (m)

T_i : temperatura interna média da linha ($^{\circ}C$)

T_e : temperatura externa média da linha ($^{\circ}C$)

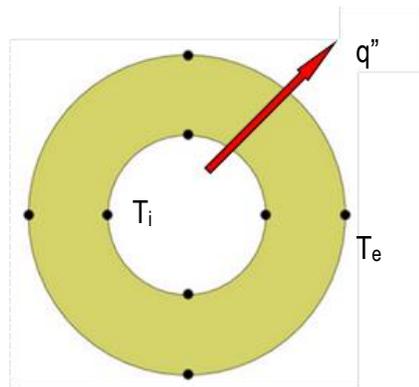


Figura 3 – Seção reta da linha isolada

O objetivo deste trabalho é realizar um projeto preliminar de um ensaio para medir o *TEC* de uma amostra de linha submarina. As seguintes tarefas devem se cumpridas:

1. Especifique os sensores de fluxo de calor e temperatura para serem utilizados no ensaio. Quatro sensores devem ser utilizados para avaliar cada uma das grandezas que compõem o *TEC*, ou seja, T_i , T_e e q'' . As incerteza destes sensores devem ser estimadas com dados disponíveis dos fabricantes ou da literatura.
2. As temperaturas interna e externa devem ser avaliadas como a média da leitura das quatro temperaturas. Também o fluxo de calor deve ser avaliado como a média da leitura dos quatro sensores de fluxo instalados.
3. Determine o nível de diferença de temperatura ($T_i - T_e$) com o qual o experimento deverá ser operado de modo a permitir que o valor do *TEC* seja obtido dentro de um nível de incerteza experimental de $\pm 5\%$.
4. Determine a potência elétrica de um aquecedor a ser instalado no interior da amostra de modo a gerar o fluxo de calor desejado através da amostra. O valor esperado para o *TEC* da amostra é $3.2 W/m^{\circ}C$. Os diâmetros externo e interno da linha valem, respectivamente, 290 e 140 mm.
5. O projeto é individual.

Cabe a pesquisador projetar o sistema de medição e especificar a instrumentação necessária para o teste. O objetivo é medir o *TEC* da linha com incerteza máxima de **$\pm 5\%$ com um nível de confiabilidade de 95%**.

Não é necessário fazer desenhos técnicos, somente projeto esquemático da montagem (descrever como o instrumento vai ser montado na bancada) com indicação da localização dos sensores utilizados. Caso seja necessário, incluir alguma adaptação de montagem para a instalação dos instrumentos (deve-se indicar somente qual é a adaptação e justificar). **IMPORTANTE:** A instrumentação deve ser especificada em detalhe (fabricante, família,

modelo, etc) através de uma busca em catálogos e sites de fabricantes. Estimar também o custo dos equipamentos de monitoramento.

Todos devem preparar uma apresentação do projeto com duração de no máximo 15 minutos.

Deve-se incluir no trabalho: a análise completa de incertezas, as justificativas para a escolha dos sensores, as especificações completas de cada um dos medidores, as cotações, uma ideia de montagem e uma proposta de melhoria futura. Segue uma lista de fabricantes que podem ser úteis na busca dos medidores: Omega, GE, Honeywell, Contech, Conaut, Valydine, Zürich, Merian, Dwyer, dentre outros.