

5 Comentários Finais

Tendo em vista a importância da previsão do transiente térmico referente ao processo de resfriamento durante uma parada de produção da linha (*shutdown*), investigou-se no presente trabalho a importância da modelagem da capacidade térmica das diversas camadas que compõem a parede da tubulação.

Para alcançar o objetivo, implementou-se um novo módulo ao *software Pigsim*, acoplado em cada coordenada axial de escoamento, um algoritmo para resolver a equação de condução de calor transiente, uni-dimensional na direção radial.

Adicionalmente investigou-se o desempenho de três *softwares* comerciais muito utilizados pela indústria de petróleo para prever o processo de resfriamento. Os *softwares* utilizados foram: *Stoner*, *Pipeline Studio*(*TLNET* e *TGNET*), e *OLGA*, sendo que com o *Stoner* só foi possível analisar o escoamento de líquido.

A presente análise concentrou-se no estudo da influência das propriedades térmicas na determinação do resfriamento de um fluido, tanto líquido como gás. Considerou-se uma situação típica de parada de uma linha de produção, a qual foi modelada, considerando o fechamento de uma válvula na entrada de um duto. Dois modelos foram testados para identificar a influência da capacidade térmica das camadas de revestimento. O primeiro modelo denominado *Pigsim-W*, leva em consideração as propriedades térmicas das camadas. O segundo modelo (*Pigsim-U*), utiliza um coeficiente global de transferência de calor, e não considera as propriedades térmicas dos materiais.

Dos resultados das simulações constatou-se que a consideração das propriedades termofísicas como a massa específica, condutividade térmica e calor específico, têm uma grande influência na determinação do perfil de temperaturas do fluido no regime transiente. O modelo levando em consideração as propriedades térmicas da parede permitiu prever tempos maiores de resfriamento da linha quando comparados com o modelo utilizando o Coeficiente

global de troca térmica. Esta diferença nos tempos de resfriamento obtidos com os dois modelos é maior para o escoamento de gases.

Os resultados obtidos com o modelo implementado tiveram uma grande concordância com os resultados dos *softwares* comerciais disponíveis como *Stoner*, *Pipeline Studio* e *OLGA*. Verificou-se que as diferenças encontradas na determinação do transiente térmico têm uma grande dependência das propriedades térmicas da parede do duto, mas também depende da escolha adequada das correlações para avaliar a transferência de calor convectivo. Verificou-se também que um fator determinante é a escolha do momento em que a transferência de calor do fluido parado deixa de ser por convecção e passa a ser só por condução.

5.1. Sugestões

Como sugestões para trabalhos futuros, podem-se recomendar investigar novas situações, assim como desenvolver novos códigos.

Testes adicionais referentes a outras condições de operação podem ser realizados, para, por exemplo, identificar a influência do nível de pressão no campo de temperaturas ao resfriar um gás.

Pode-se investigar ainda, a influência na taxa de resfriamento da viscosidade dos líquidos com a temperatura. Outra situação a ser investigada é verificar a possibilidade de abertura de coluna, devido à queda de pressão durante um resfriamento.

Pela grande tendência na exploração de hidrocarbonetos em águas ultraprofundas e a utilização de linhas multifásicas de produção, seria recomendável incluir no *Pigsim* um módulo que permita fazer este estudo em escoamentos multifásicos.

É recomendável ainda fazer uma análise tanto experimental quanto numérica para a obtenção dos coeficientes convectivos de transferência de calor, que como visto, são determinantes na obtenção da temperatura do fluido.