

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

CARACTERIZAÇÃO DA CORRENTE DE ENTRADA E SIMULAÇÃO DA COLUNA FRACIONADORA DA UNIDADE DE COQUEAMENTO RETARDADO

AUTORES:

C. C. M. Marques, R. G. MELO, S. Lucena L. M. X, Silva, A. G. C. Rosal

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

CARACTERIZAÇÃO DA CORRENTE DE ENTRADA E SIMULAÇÃO DA COLUNA FRACIONADORA DA UNIDADE DE COQUEAMENTO RETARDADO

Abstract

The increasing production of heavy oil and the discovery of new reserves are requiring investments in the refining processes that are able to convert heavy fractions into lighter products, consequently, more profitable. Thus, the use of delayed coking unit (DCU) has been increasing more than other processes of refining because of the global trend of oil extracted become more and more heavy. Generally the delayed coking unit consists of three basic equipment: a fractionator column, coke furnace and coke drums. Mathematical models for the description of a distillation column can be classified according to the temperature, composition and flow of vapor and liquid on each plate, this is the rigorous model, while the models using polynomials to describe the behavior of the temperature and composition along the column are called reduced model. The rigorous model is made by strict balance of mass, energy, hydraulic relations and equilibrium, and describes the behavior of the column accurately but this model results in high computational cost. The approach to reduced model divide the column into sections with the objective of make polynomials that represent well the characteristic profiles of these regions. However the plates that have feed or withdrawals side, boiler and condenser are not well represented by a polynomial that describes the behavior in these areas and they are modeled separately. In the column, the disturbances occurs during the cycle of DCU due to reflux from the drums. So for better performance in the simulation more attention should be given to the characterization of the stream feed, which influences directly the equations of state and heat and mass transfer in the plates. In this manner, the feed needs special methods of characterization for the case of mixtures of unknown composition, as oil is a complex mixture composed of a large quantity of hydrocarbon and non hydrocarbon, and it becomes quite costly identify individual components and their properties required for the calculations. So it's necessary the characterization of the feed column due to pseudo-components to obtain the thermodynamic properties of the feed the column.

Introdução

A crescente produção de óleos pesados e a descoberta de novas reservas vêm exigindo investimentos nos processos de refino, capazes de converter frações pesadas de petróleo em derivados mais leves, conseqüentemente, mais rentáveis. Principalmente, devido à tendência mundial do petróleo extraído tornar-se mais pesado. Dessa forma, a unidade de coqueamento retardado (UCR) vem se destacando frente aos demais processos de refino, pois se trata de um processo de craqueamento térmico usado nas refinarias para converter os resíduos da destilação do petróleo (seja esta destilação atmosférica ou de vácuo) em correntes de líquidos e de gases e em um material solido, coque, com alta concentração de carbono. Em geral, uma unidade de coqueamento retardado constitui-se de três equipamentos básicos: a coluna fracionadora, a fornalha de coqueamento e os tambores de coque.

Na fracionadora, as perturbações ocorrem durante o ciclo da UCR devido aos refluxos vindos dos tambores, portanto, para obter um melhor desempenho na simulação da coluna, maior atenção deve ser dada na caracterização das correntes de entrada, por elas influenciarem diretamente as equações de estado e a transferência de calor e massa nos pratos da fracionadora. Assim, a corrente a ser caracterizada, precisa de métodos especiais de caracterização por se tratarem de misturas de composição não conhecida, tornando-se bastante oneroso identificar individualmente os componentes

e suas propriedades necessárias para os cálculos. Assim, a caracterização da fração do petróleo através da abordagem baseada em pseudo-componentes se faz necessária, para obtenção das propriedades termodinâmicas da carga de alimentação da coluna.

Metodologia

A caracterização da fração pesada inicia-se aproximando os componentes reais por pseudo-componentes para em seguida calcular as propriedades de cada pseudo-componente. Primeiramente faz-se a divisão do óleo em intervalos de temperatura, onde destes intervalos são calculadas as temperaturas médias, definindo assim a temperatura de bolha de cada pseudo-componente. Para realização dos cálculos utilizou-se a carta de óleo da qual foi extraída os dados para obter a curva TBP. Foi necessário transformar a curva TBP em uma ASTM D86, visto que o método utilizado para cálculo das temperaturas de bolha é baseado nesse tipo de curva.

A partir da temperatura de bolha, T_b , as propriedades críticas de cada pseudo-componente, a densidade relativa, SG, e peso molecular, MW, foram calculados através de correlações encontradas na literatura para caracterização no óleo. O objetivo inicial foi escolher a correlação que calcula as propriedades com maior precisão utilizando como parâmetro de comparação o HYSYS.

Num primeiro teste, utilizou-se o mesmo critério de separação de pseudo-componentes tanto no HYSYS, quanto no programa desenvolvido, a fim de comparar os resultados e escolher a melhor equação para o cálculo das propriedades críticas. Os pseudo-componentes foram agrupados em intervalos de frações de volumes de cinco por cento, obtendo-se um total de vinte pseudo-componentes. Em seguida, fez-se uma separação em intervalos variados diminuindo o intervalo nas frações de volume iniciais, pois dessa forma se obtêm um maior número de pseudo-componentes, e, portanto a mistura fica mais bem representada. Estas variações visam obter o número mínimo de pseudo-componentes necessários para descrever a mistura sem que ocorra a perda das suas características.

Resultados e Discussão

No teste inicial, obteve-se os resultados parciais que são referentes à caracterização da corrente de entrada da fracionadora nos intervalos de frações de volume de 5 por cento. Portanto foram geradas 20 pseudo-componentes que em seguida foram comparados com os resultados do Hysys. Em seguida, foi incorporado ao programa um método de caracterização com maior número de pseudo-componentes.

Este método utilizado é semelhante ao utilizado no modo automático do HYSYS, que consiste em separar o óleo em três faixas. Uma leve, com temperaturas de bolhas variando de 15 K até 700 K, outra com temperaturas variando de 30 K entre 700 K e 950 K e a última com variação de 50 K para as temperaturas acima de 950 K. De forma similar, obteve-se 27 pseudo-componentes onde 12 estão na primeira faixa (abaixo de 644K), 7 na segunda (entre 644K e 783K) e 9 na faixa acima de 783K.

Nas Figuras de 1 a 5 tem-se os resultados comparados com os do HYSYS.

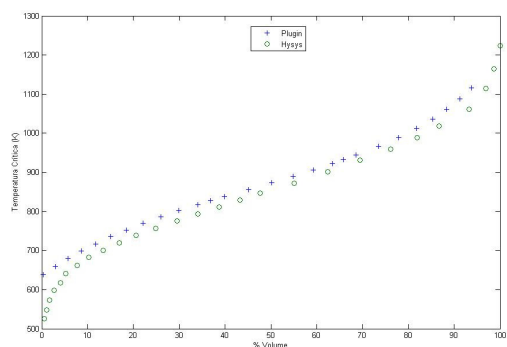


Figura 1 - Tc calculado comparado com Hysys.

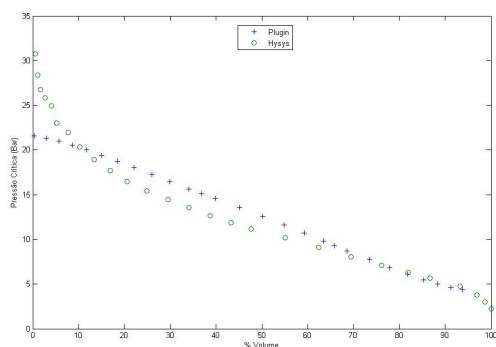


Figura 2 – Pc calculado comparado com Hysys.

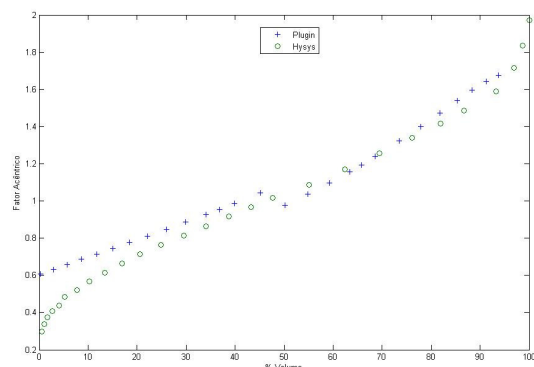


Figura 3 – Fator acêntrico calculado comparado com Hysys.

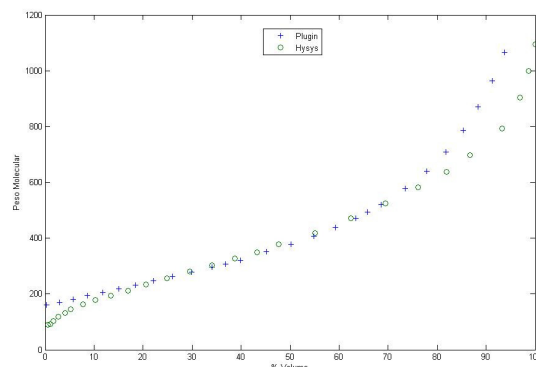


Figura 4 – MW calculado comparado com Hysys.

Após os testes, observou-se que as correlações de Lee-Kesler foram mais precisas para as pressões críticas, fator acêntrico e peso molecular, enquanto para a temperatura crítica a correlação de Riazi-Daubert apresentou maior precisão.

Nos gráficos das propriedades críticas, observa-se uma maior diferença nas extremidades devido aos diferentes métodos usados no cálculo. Não foi encontrado na literatura a descrição detalhada do método utilizado pelo HYSYS, no entanto, pode-se observar a extrapolação forçada nas extremidades, visto que a carta TBP do óleo caracterizado, engloba as temperaturas de 285K até pouco mais de 838K e no HYSYS essas temperaturas se excedem bastante.

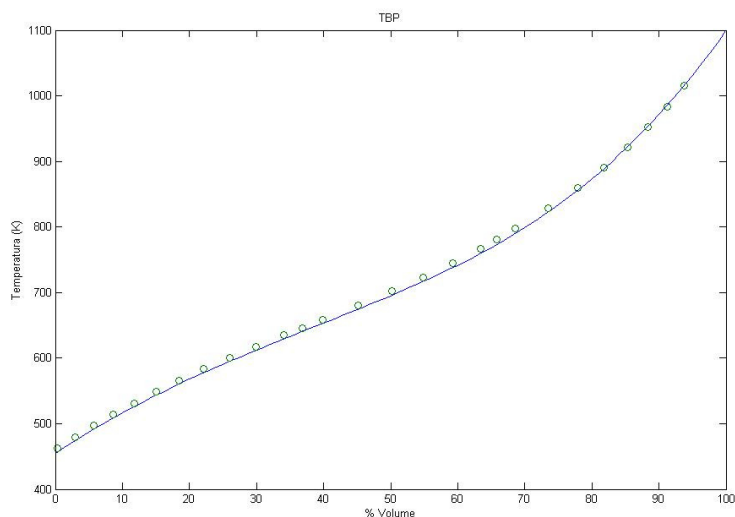


Figura 5 – Curva TBP com os 27 pseudo-componentes

Conclusões

Nos resultados apresentados observou-se uma aproximação satisfatória dos resultados obtidos pelo programa desenvolvido e o HYSYS, sendo necessários apenas dados experimentais para posterior validação dos mesmos e uma comparação mais eficiente.

A ferramenta para caracterização aqui desenvolvida facilita a modelagem e desenvolvimento de simuladores, como por exemplo, da coluna fracionadora. Dela foram obtidas as propriedades críticas a partir de correlações da literatura e foi possível, no primeiro teste, analisar a precisão dos resultados quando comparados ao HYSYS. No entanto, após o incremento do cálculo de separação dos pseudo-componentes, não foi possível comparar os resultados obtidos com os dados do HYSYS, pois a divisão de pseudo-componentes com seus devidos intervalos de temperatura não foram exatamente iguais.

Nos resultados apresentados observou-se aproximação satisfatória dos resultados obtidos pelo programa desenvolvido e pelo HYSYS, sendo necessários apenas dados experimentais para uma comparação mais eficiente e para validação dos resultados.

A ferramenta para caracterização, desenvolvida no presente trabalho, facilita a modelagem e desenvolvimento de simuladores, como por exemplo, o da coluna fracionadora. A partir desta ferramenta, foram obtidas as propriedades críticas a partir de correlações da literatura e foi possível, no primeiro teste, analisar a precisão dos resultados frente aos obtidos pelo HYSYS. No entanto, após o incremento do cálculo de separação de pseudo-componentes não foi possível comparar os resultados obtidos com os dados do HYSYS, pois a divisão de pseudo-componentes com seus devidos intervalos de temperatura não são exatamente os mesmos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PRH 28 e ao Laboratório de Controle e Otimização de Processos (LACO-UFPE).

Referências Bibliográficas

PEDERSEEN, K. S.; THOMASSEN, P.; FREDENSULUND, A.. Thermodynamics of petroleum mixtures containing heavy hydrocarbons. 1. Phase envelope by use of the Soave-Redlich-Kwong equation of state. Ind. Eng Chem. Process Des. Dev., v. 23, p. 163-170, 1984.

BARBOSA W. C.; FARIAS F.; MACIEL R.; GRATIERI E.; LIMA N. M.; REGINA M.; MEDINA L.; Desenvolvimento de metodologia para cálculo de propriedades termodinâmicas de petróleo pesados.

ECKERT E.; VANEK T.; New approach to the characterization of petroleum mixture used in the modeling of separation processes. Computers and Chemical Engineering 30 (2005) 343-356.

RIAZI M. R. Characterization and Properties of Petroleum Fractions. 1º Ed. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2005.

API - Petroleum Refining - Technical Data Book. 6º Ed. Washington: American Petroleum Institute, 1997