

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Simulação numérico-experimental da ocorrência de slugs em escoamentos multifásicos

AUTORES:

Nathália da Silva Martins

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. 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 6ºPDPETRO.

Simulação numérico-experimental da ocorrência de slugs em escoamentos multifásicos

Abstract

Severe slugging can occur in a pipeline-riser system operating at low liquid and gas rates. The flow of gas into the riser can be blocked by liquid accumulation at the base of the riser. This can cause formation of liquid slugs of a length equal to or longer than the height of the riser. A cyclic process results in which a period of no liquid production into the separator occurs, followed by a period of very high liquid production. This study is an experimental and theoretical investigation of this phenomenon.

Introdução

O comportamento do fluxo multifásico em dutos é de grande preocupação na indústria offshore de óleo e gás e, recentemente, um grande esforço tem sido realizado no que diz respeito ao estudo desse fenômeno. Ele exerce uma grande influência em importantes fatores como a produtividade, manutenção e segurança. A figura abaixo mostra os diferentes tipos de fluxo que podem se desenvolver em um duto vertical.

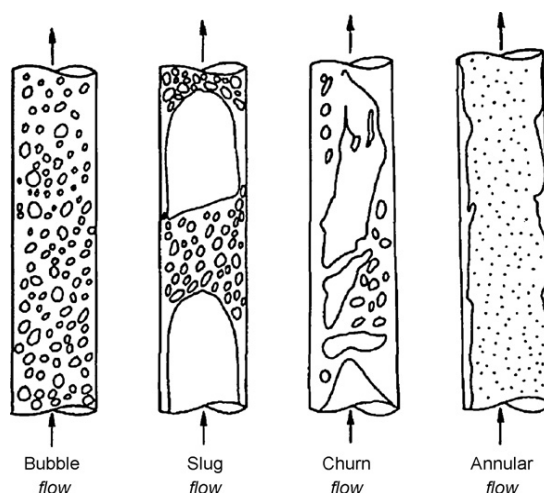


Figura 1 - Diferentes regimes de fluxo, Taitel et al (1980) (1)

O regime de fluxo do tipo slug é indesejável e pode resultar em diversos problemas, especialmente na unidade de processamento primário do hidrocarboneto, devido às flutuações no regime de fluxo e à pressão nesse sistema. Esse tipo de escoamento é caracterizado pela formação de ondas denominadas “slugs” de líquido, que periodicamente molham a parede do duto, gerando grandes bolhas de gás presas entre duas ondas. Pequenas bolhas de gás misturam-se a fase líquida tornando-a altamente aerada (2). Esse escoamento é caótico uma vez que apresenta uma distribuição não uniforme das fases e uma instabilidade temporal.

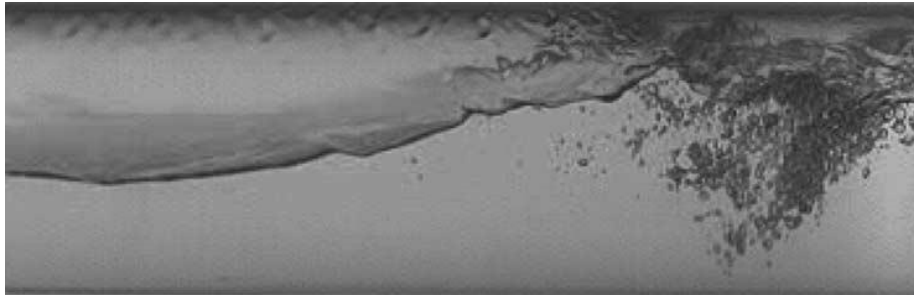


Figura 2 - Foto de laboratório do fluxo do tipo slug, cortesia do "Sintef Petroleum Research"(3)

Mapas de fluxo tradicionais como o apresentado abaixo vem sendo produzidos por diversos autores como ferramentas para prever o regime que se desenvolverá em um sistema flowline-riser.

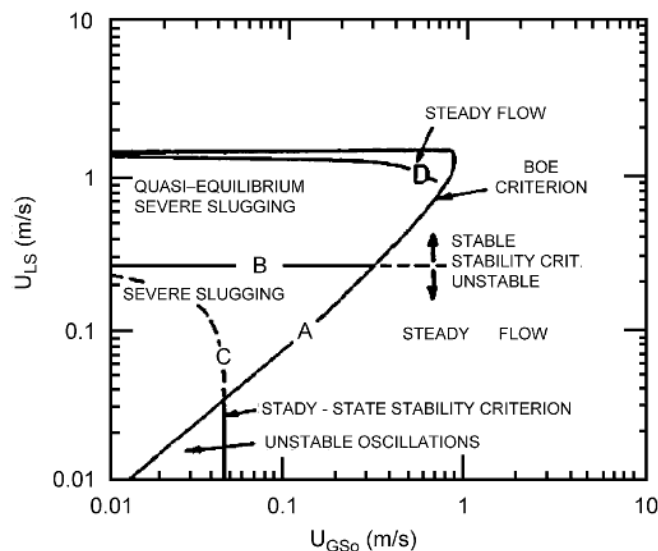


Figura 3 - Mapa de regime fluxo para um sistema flowline-riser experimental (4)

Estudos apontam que a formação de slugs é mais provável de acontecer a baixas taxas de produção de óleo e gás e a baixas pressões na linha de fluxo (5). Por isso, muitos casos de problemas com regime de fluxo instável ocorrem com o amadurecimento do campo e com o aumento da fração de água e da razão gás-óleo.

A formação de slugs em linhas de produção e bombeio pode causar efeitos indesejáveis no processamento do óleo e do gás. O fenômeno irá afetar o nível de líquido no separador de entrada, pode resultar em separação ineficiente e, em alguns casos, pode resultar em uma inundação no separador – o que pode levar ao fechamento do mesmo. Um fluxo de gás oscilante pode resultar em variações na pressão do separador e algum líquido pode acabar por ser carreado para o interior dos compressores, comprometendo a eficiência destes. A pressão oscilante pode causar desgaste no equipamento de processamento e irá reduzir o tempo de vida e aumentar o custo de manutenção. A pressão do poço também irá oscilar durante o slug severo e isso pode reduzir também o desempenho do poço.

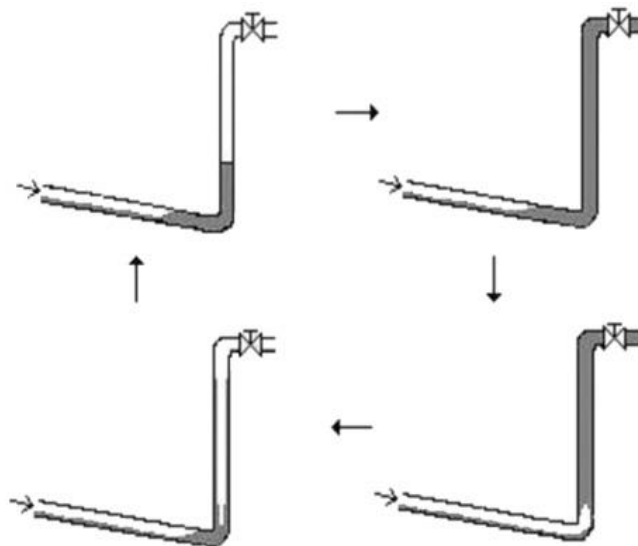


Figura 4 - Ilustração do comportamento cíclico do escoamento slug em um sistema flowline-riser (6)

Metodologia

A metodologia desta pesquisa inclui revisão bibliográfica, simulação numérica com a utilização do Wolfram Mathematica e testes experimentais no laboratório de tecnologia submarina.

Resultados e Discussão

A compreensão e análise numérica desse tipo de fenômeno são de grande importância para a produção de hidrocarbonetos, pois podem permitir a previsão da ocorrência desse tipo de escoamento – auxiliando na elaboração de projetos de planta de processo com a finalidade de reduzir a probabilidade da formação de slugs. Além disso, a reprodução experimental do fenômeno pode auxiliar na execução futura de testes de mecanismos para o controle do mesmo.

Existe um grande benefício econômico ao reduzir ou remover completamente a ocorrência de slugs. Uma maior estabilidade do fluxo ao chegar ao separador, pode reduzir a necessidade de paralisações no processo e a ocorrência de deterioração dos equipamentos. O mais importante fator econômico é a possibilidade de aumentar a recuperação de óleo. O possível aumento e aceleração na produção é a maior motivação para a instalação de um sistema de controle de slugs.

Conclusões

Por meio de uma simulação numérico-experimental da ocorrência de slugs em um sistema flowline-riser para um escoamento de gás e óleo espera-se contribuir para a compreensão e previsão desse tipo de fenômeno.

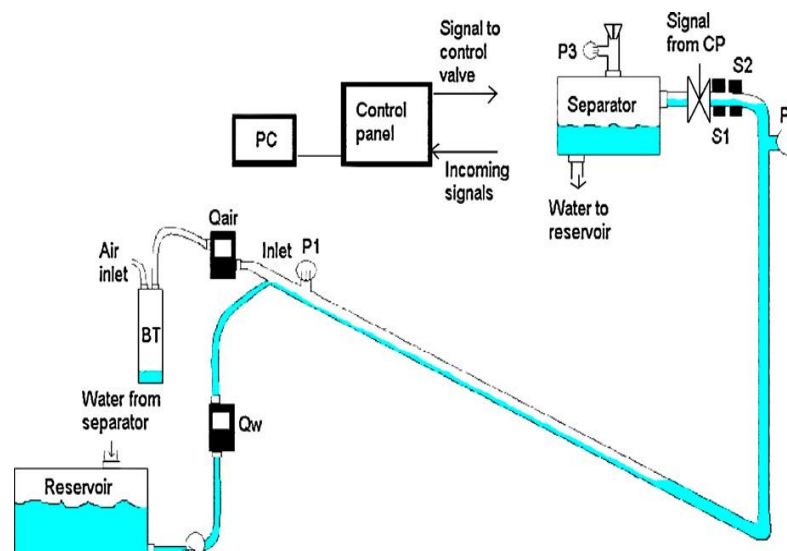


Figura 5 - Exemplo de um setup experimental (7)

Agradecimentos

Aos professores orientadores Su Jian e Theodoro Antoun Netto

Referências Bibliográficas

- 1) Taitel, Yehuda, Dvora Bornea, and A. E. Dukler. "Modelling Flow Pattern Transitions for Steady Upward Gas-liquid Flow in Vertical Tubes." *AIChE Journal* May 1980: 345-54.
- (2) Cunha Filho, Jurandyr de Souza. Estudo Experimental de Escoamento Bifásico em Tubo Circular Inclinado Usando Técnicas Ultrasônicas e de Visualização /Jurandyr de Souza Cunha Filho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. XXXVIII, 260 p.: il.; 29,7 cm. Orientador: Su Jian. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Nuclear, 2010.
- (3) , (5) Godhavn, John-Morten, Mehrdad P. Fard, and Per H. Fuchs. "New Slug Control Strategies, Tuning Rules and Experimental Results." *SPE* 27 Oct. 2004.
- (4) Taitel, Y. (1986). Stability of severe slugging. *International Journal of Multiphase Flow*, 12(2), 203–217.
- (6) Storkaas, Espen, and Sigurd Skogestad. "Controllability Analysis of Two-phase Pipeline-riser Systems at Riser Slugging Conditions." *Science Direct* 20 Dec. 2006: 567-81.
- (7) Sivertsen, Heidi, Espen Storkaas, and Sigurd Skogestad. "Small-scale Experiments on Stabilizing Riser Slug Flow." *Chemical Engineering Research and Design* 88 (2010): 213-28.
- Hill, T. J., and D. G. Wood. "Slug Flow Occurrence, Consequences, and Prediction." *SPE* 27960 31 Aug. 1994: 1-10.

Ujang, Priscilla M., Christopher J. Lawrence, Colin P. Hale, and Geoffrey F. Hewitt. "Slug Initiation and Evolution in Two-phase Horizontal Flow." *International Journal of Multiphase Flow* 2006: 527-52.