

DEFESA DE TESE

Aluno	Marcus Vinícius Canhoto Alves
Orientador	Prof. Jader Riso Barbosa Jr., Ph.D.
Data e Horário	11/04/2014 às 08h30min
Local	Auditório do POLO - Engenharia Mecânica
Título	Modelagem Numérica do escoamento Transiente <i>churn-anular</i> em Tubulações Verticais e sua aplicação na Simulação de Carga de Líquido em Poços de Gás
Banca	Prof. Jader Riso Barbosa Jr., Ph.D. (Presidente) Prof. Oscar Mauricio H. Rodriguez, Dr.Eng. (USP/Relator) Prof. Eugênio Spanó Rosa, Ph.D. (UNICAMP) Prof. Marinho Bastos Quadri, Dr. (EQA/UFSC) Prof. Amir Antônio Martins de Oliveira Jr., Ph.D. Prof. Emilio Ernesto Paladino, Dr.Eng.

Resumo

Na produção de gás natural, é de grande importância que todo e qualquer líquido presente no poço seja carregado pelo gás até o separador. O acúmulo de líquido no poço devido à perda de capacidade do gás em arrastá-lo decorre do próprio envelhecimento do reservatório, mas também da sensibilidade das propriedades dos hidrocarbonetos a variações de pressão e temperatura durante transientes de produção. Desta forma, a redução da quantidade de movimento do gás ascendente gera um escoamento oscilatório do líquido que, ao se acumular no poço, aumenta sua queda de pressão, reduzindo assim, ou até mesmo interrompendo, a produção. A fim de abordar o fenômeno acima descrito, denominado carga de líquido (*liquid loading*), é necessário compreender a interação entre o poço e a região adjacente do reservatório. Adicionalmente, é necessário possuir ferramentas capazes de resolver o escoamento bifásico no poço em função tanto do espaço quanto do tempo. Embora a literatura seja rica em trabalhos sobre escoamentos gás-líquido em canais verticais, estes resultam, em sua maioria, em correlações empíricas ou modelos simplificados para o cálculo da queda de pressão e das frações volumétricas das fases em condições de regime permanente. Mesmo que tais relações sirvam de critério para a ocorrência do fenômeno de *liquid loading*, elas não possibilitam a descrição da sequência de eventos que levam à transição entre os regimes de escoamento unidirecional ascendente e oscilatório. Este trabalho apresenta um modelo diferencial unidimensional para o cálculo do escoamento gás-líquido transiente em tubos verticais com altas frações de gás (padrões anular e *churn*). Equações de conservação de natureza hiperbólica para a massa, quantidade de movimento e energia são propostas para as fases gasosa e líquida, a qual é dividida entre os campos de filme contínuo e gotículas arrastadas pelo núcleo de gás. Relações de fechamento para o cálculo do atrito na parede e na interface do filme, além de expressões para as taxas de entranhamento e deposição de gotículas, foram obtidas da literatura. Um algoritmo de solução por diferenças finitas baseado no método da separação da matriz de coeficientes foi implementado a fim de melhor lidar com variações acentuadas no domínio espaço-temporal, tais como ondas de pressão e de retenção de fases. Os resultados do modelo foram comparados com dados experimentais de regime permanente obtidos de oito referências da literatura, somando mais de 1300 pontos para o gradiente de pressão, a vazão do filme de líquido e a retenção gasosa. Para estas variáveis, a concordância entre o modelo e os dados foi em margens inferiores a $\pm 20\%$. O modelo foi avaliado também contra dados experimentais para escoamentos gás-líquido transientes em um tubo vertical de 42 m de comprimento e diâmetro de 0,049 m (Waltrich, 2012). Transientes induzidos por variações de pressão e de vazão de líquido na seção de testes foram simulados, conferindo níveis de concordância entre dados experimentais e modelo matemático também inferiores a $\pm 20\%$.

Palavras chaves: Escoamentos bifásicos, regime anular, escoamento transiente, modelagem numérica, carga de líquido, poços de gás.