

Análise e Modelagem Dinâmica de Vasos de Refluxo em Não-Equilíbrio para Estabilidade de Pressão em Colunas de Destilação

Luiz Ranyel Barbosa de Lacerda^{a*}, Heleno Bispo da Silva Junior^a, Herbert Campos Gonçalves Teixeira^b

^aUniversidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Campina Grande – PB, Brasil.

^bPetróleo Brasileiro S.A, Petrobrás, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

*luiz.lacerda@eq.ufcg.edu.br

RESUMO

O controle de pressão em colunas de destilação é um desafio central na indústria petroquímica, impactando diretamente a eficiência e a segurança. Neste cenário, os vasos de refluxo são relevantes na acomodação de inventário e estabilização da pressão do topo do sistema, frequentemente operando com configurações de controle via válvula *hot bypass*. Contudo, modelos tradicionais assumem equilíbrio termodinâmico instantâneo, o que não representa adequadamente sistemas reais, especialmente quando a válvula de *hot bypass* é acionada. É sob essa perturbação que os efeitos de não-equilíbrio, associados às resistências à transferência de calor e massa entre as fases, tornam-se expressivos (Biardi & Grottoli, 1989; Bettio Staudt, 2007). Assim, este trabalho objetiva customizar um modelo dinâmico em não-equilíbrio para vasos de refluxo com sistema *hot bypass*, visando auxiliar na compreensão e estabilidade da pressão nessas colunas. A modelagem fenomenológica baseia-se em balanços de massa, energia e quantidade de movimento, acoplados a equações constitutivas de transporte. O modelo descreve as variações espaço-temporais do sistema por meio de métodos numéricos em Python. Estuda-se também sua integração ao AVEVA Process Simulation para análises dinâmicas com outros equipamentos do processo. Até o momento, a revisão bibliográfica aponta áreas de desenvolvimento contínuo e lacunas na representação de fenômenos de não-equilíbrio aplicados ao controle de pressão (Lieberman, 2017; Tahir et al., 2024). Esse levantamento definiu a estrutura matemática necessária focada nos mecanismos de transporte sob perturbações da válvula. Resultados preliminares indicam que incorporar os efeitos de não-equilíbrio melhora a representação da dinâmica de pressão nos vasos. Embora a complexidade do modelo seja uma limitação, as perspectivas futuras preveem sua implementação completa, validação com dados operacionais da indústria petroquímica brasileira e análise de estratégias de controle.

Palavras-chave: vasos de refluxo; *hot bypass*; não-equilíbrio termodinâmico; modelagem dinâmica; controle de pressão.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também à indústria petroquímica brasileira pela disponibilização de dados operacionais que serão utilizados nas etapas futuras do projeto.

Referências

- G. Biardi e M. G. Grottoli: Development of a new simulation model for real trays distillation column, *Computers & Chemical Engineering* (13), 441–449, 1989.
- N. P. Lieberman: Distillation Tower Pressure Control, in: *Troubleshooting Process Plant Control*, Wiley, 41–54, 2017.
- P. Bettio Staudt: *Modelagem e simulação dinâmica de colunas de destilação*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- N. M. Tahir, J. Zhang e M. Armstrong: Control of heat-integrated distillation columns: Review, trends, and challenges, *Processes* (13), 17, 2024



Realização:

