ISSN: 2594-6153

Estudo de relevância de aplicação de ampliação de escala entre tanques em processos de produção de agitação de misturas de fluidos.

Fernando José dos Santos Silva[1] e Vitor da Silva Rosa[1,2]

[1]Universidade Santa Cecília, Departamento de Engenharia Mecânica, Santos-SP, Brasil
[2]Universidade Santa Cecília, Departamento de Engenharia Química, Santos-SP, Brasil

E-mail: fjssils@hotmail.com

Resumo: Nos processos industriais, a produção está relacionada diretamente ao custo inicial e seu valor agregado ao final. Os equipamentos envolvidos são fator relevante para atender as demandas, onde no seu dimensionamento é imprescindível um projeto correto e preciso, tendo o melhor custo benefício para ganhos e maior aproveitamento do potencial do próprio equipamento empregado. Com o estudo da aplicação de ampliação de escala entre tanques, é possível analisar o comportamento dos fluidos e com os resultados prever e efetuar ajustes para aplicação no projeto de construção dos equipamentos para melhor atender as demandas solicitadas da planta. O presente trabalho teve por objetivo a relevância da análise real do comportamento do equipamento no processo de batelada, para aplicação de escalonamento na construção dos equipamentos, assim quanto uma abordagem em relação ao consumo de potência entre os tanques na agitação de misturas e seu desempenho.
Palavras chave: tanques de mistura, ampliação de escala, agitação em tanques, processos de produção, consumo de potência.

Relevance study of scale expansion application between tanks in agitation production processes of fluid mixtures.

Abstract: In industrial processes, production is directly related to the initial cost and its added value at the end. The equipment involved is a relevant factor to meet the demands, where in its dimensioning is essential a correct and accurate project, having the best cost benefit for gains and greater use of the potential of the equipment employed. With the study of the application of scale expansion between tanks, it is possible to analyze the behavior of the fluids and with the results predict and make adjustments for application in the construction project of the equipment to better meet the demands requested of the plant. The present work aimed at the relevance of the real analysis of the behavior of the equipment in the batch ing process, for the application of scaling in the construction of the equipment, as well as an approach in relation to the power consumption between the tanks in the agitation of mixtures and their performance.
Keywords: mixing tanks, scale expansion, tank agitation, production processes, power consumption.

Introdução

Na indústria os tanques são utilizados em diversos tipos de processos para promover a produção de seus produtos. As empresas podem variar no ramo de atividade atuante, como química, alimentícia, farmacêutica e petrolífera por exemplo. Numa planta industrial, os tanques podem assumir diversos papeis, como unidades de armazenamento, reatores, decantadores, misturadores e agitadores. As linhas de produção podem variar muito em

ISSN: 2594-6153

função das demandas comerciais apresentadas, sendo exigida grandes quantidades de equipamentos, tanto numericamente no seu quantitativo em unidades, quanto na sua capacidade de produção individual, impactando assim nas suas dimensões de construção.

Em muitos processos de produção, os tanques são utilizados para agitação de fluidos, o processo de mistura pode ocorrer de diversas formas, onde o equipamento deve ser corretamente dimensionado para atender com melhor eficiência e desempenho em meio à produção. Os custos envolvidos no produto, assim como a qualidade dos resultados obtidos em meio ao processo, agregam no valor final dos produtos, tanto para a empresa quanto para o cliente, relevantemente um estudo econômico para ambos impactam diretamente [1].

Para o desenvolvimento de um projeto de um equipamento para um processo, um dado relevante é o consumo de potência no conjunto do equipamento, principalmente na aplicação do motor elétrico ideal, além do tipo de impulsor mecânico, a geometria do tanque e a reologia do fluido, garantindo o melhor custo benefício em meio ao processo [2].

No processo de agitação de fluidos destaca-se as características dos Newtonianos e não-Newtonianos, quando comparados na aplicação, usando outros modelos de impulsores com a mesma mistura, considerando a reologia do fluido, ao se alterar a rotação é perceptivo e considerável, a elevação do consumo de energia [3], sendo assim, a aplicação do tipo correto do impulsor e a rotação controlada influenciam diretamente nos custos e qualidade da produção. Na observação do comportamento de fluidos não-newtonianos, a viscosidade influência nos resultados de forma que a literatura dispõe de poucas informações e referencias, devido a sua complexidade e variabilidade de dados a serem considerados, principalmente do comportamento dos fluidos empregados. Outro aspecto é na variação entre a escala de tanque na sua aplicação prática, fator relevante para indústria, sendo calculado um modelo a ser adotado nas indústrias como padrão. Conforme o fluido trabalhado, as reações e o seu comportamento, são muito variáveis [4].

Objetivos: O presente trabalho tem como objetivo apresentar a relevância do estudo de ampliação de escala entre tanques de agitação de misturas em processos de produção, assim com a sua importância no projeto de construção dos equipamentos no correto dimensionamento e aplicação do fluido empregado, possibilitando a melhor escolha de solução para o processo e o produto final.

Materiais e Métodos

No processo de execução dos experimentos os tanques devem atender os parâmetros de dimensionamento standard em operações unitárias, assim como o dimensionamento dos

impulsores devem seguir o mesmo padrão. Para se obter bons resultados nas medições, o motor deve estar em balanço com uma estrutura de suporte com rolamento de apoio para os motores. Na Figura 1, são apresentados impulsores utilizados em processos de misturas.



(a) (b)

Figura 1. Impulsores mecânicos: (a) Rushton; e (b) Axial 4 pás inclinadas à 45°.

Na Figura 2, pode ser observada uma comparação de equipamentos em escala entre 3 tanques de agitação com volumes distintos, são unidades experimentais existentes no laboratório de Operações Unitárias da Universidades Santa Cecília.



(a) (b) (c)

Figura 2. Tanques para agitação nas capacidades de: (a) 10 l; (b) 50 l; e (c) 750 l.

Discussão

Nos trabalhos apresentam-se unidades experimentais já existentes nos locais dos laboratórios de pesquisas envolvidos, onde os tanques utilizados estão dotados de volumes fixos pré-determinados, efetuando-se os ensaios necessários, conforme limitação dos

ISSN: 2594-6153

equipamentos, coletando-se os valores dos resultados, aplicando as técnicas necessárias para a montagem das equações desejadas para apresentação dos resultados finais.

Constatou-se que conforme a alteração de volume entre tanques e os tipos de impulsores montado, assim como o fluido utilizado, principalmente na questão da sua reologia, os equipamentos apresentavam variações no consumo de potência dos motores, assim como no comportamento do fluido no processo de agitação das misturas, sendo necessário as correções quanto a rotação do motor para não influenciar no resultado do produto.

Na observação dos trabalhos, os valores dos resultados em fluidos com maior viscosidade, revelam-se com um impacto significativo sobre as forças que atuam no sistema, nos experimentos com fluidos Newtonianos apresentaram-se resultados com valores menores, devido as propriedades reológicas do fluido, quando comparados com os não-Newtonianos, exigindo-se uma potência menor do equipamento empregado.

Com a aplicação de escala entre tanques, é possível verificar a compatibilidade na variação dos volumes de forma escalonada e a sua relevância entre ambos, assim como o comportamento dos fluidos agitados quanto aos tipos de impulsores mecânicos aplicados no processo, desde que respeitando suas semelhanças geométricas, de dimensionamento padronizado, e as semelhanças fluidodinâmicas envolvidas no processo [5].

Num estudo mais detalhado de acompanhamento do comportamento do fluido, do controle da rotação, dos modelos de impulsores, mesmo quando utilizados para elaboração de um modelo de previsão escalonado entre tanque para utilização na indústria, observa-se que ocorre a mudança no regime de fluxo, de laminar para turbulento [6], tendo que nestes casos utilizar fatores de correção no projeto de sistemas de agitação para um melhor desempenho do equipamento no processo.

Ensaios de agitação de mistura multifásica (líquido-sólido) na ampliação de escala, apresentam resultados relevantes na homogeneização da suspensão e a reação da mistura, sendo necessário considerar as variáveis, como volume do tanque, tipo de impulsor, velocidade do motor e a potência, otimizando o processo para se atingir uma eficiência energética do sistema [7], uma análise mais crítica deve ser efetuada.

Os resultados apresentados no trabalho elaborado por Rosa et. al.[8], efetuados com experimentos entre 3 tanques com volumes distintos, tendo os equipamentos a mesma geometria padrão, considerando -se o índice reológico do fluido, os autores validaram os modelos de previsão de expressões para ampliação de escala, ressaltando que não requer a

fixação de *"tip speed"* ou número de Reynolds apresentados e empregados em outros modelos de previsão já efetuados.

No processo de ampliação de escala, nos trabalhos abordados, identifica-se que quando comparado os valores dos resultados obtidos, referentes ao consumo de potência do motor, são apresentados de forma proporcional ao volume do tanque, onde a quantidade de massa a ser movimentada no processo de batelada influencia diretamente, que para um volume maior será necessário maior exigência do equipamento e seu conjunto motor de forma proporcionalmente.

Conclusões

Conclui-se que todos os trabalhos de pesquisas abordados são validos e com relevância significativa nos resultados apresentados quanto a aplicação de ampliação de escala entre tanques em processo de agitação de fluídos, podendo ser considerados na elaboração de um projeto de um equipamento novo ou na utilização de um equipamento já existente em meio a linha de produção, desde que observado as características físicas e químicas dos fluidos empregados para alcançar o resultado desejado no produto final, tanto em qualidade quanto em quantidade demandada.

Referências

1. Gomide, R. Operações unitárias, v. 2, parte 2, Operações com fluidos. Mistura e agitação. p. 230 - 292. São Paulo: Edição do autor.1997.
2. Paul EL, Atiemo-Ubeng SM, Handbook of mixing. New York: Editora Wiley-Interscience, 2004.
3. Pakzad, L., Ein-Mozaffari, F., Upreti, S. R., & Lohi, A. "A novel and energy-efficient coaxial mixer for agitation of non-Newtonian fluids possessing yield stress". Chemical Engineering Science, 101, 642–654, 2013.
4. Gomide, R. Operações unitárias, v. 2, parte 1, Fluidos na indústria. Propriedade dos fluidos. p. 24 - 37. São Paulo: Edição do autor.1993.
5. Cremasco, M. A. Operações Unitárias em Sistemas Particulados e Fluidomecânicos. Agitação e Mistura. p. 97-119, São Paulo. Editora Blucher. 2012.
6. Triveni, B., Vishwanadham, B., Madhavi, t., & Venkateshwar, S. "Mixing studies of non-Newtonian fluids in an anchor agitated vessel". Chemical Engineering Research and Design, 88(7), 809–818. 2010.
7. HARRISON, S.T.L., KOTSIOPOULOS, A., STEVENSON, R., CILLIERS, J.J. "Mixing indices allow scale-up of stirred tank slurry reactor conditions for equivalent homogeneity". Chemical Engineering Research and Design, Volume 153, Pages 865-874, January 2020.
8. Rosa, V. S., Moraes Júnior, D., Lucindo, M. A. A., Moraes, M. S., Torneiros, D. L. M., Silva, F. J. S., Paiva, J. L. "Ampliação de escala entre tanques na agitação de líquidos newtonianos e não-newtonianos". COBEQ-ENBEQ 2020;