



16º Congresso Nacional de Iniciação Científica

TÍTULO: INFLÊNCIA DO DRAFT TUBE EM UM TANQUE DE MISTURA COM CHICANAS

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: ENGENHARIAS E ARQUITETURA

SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA

AUTOR(ES): ALLISON CAMARGO CANÔA, ARIELLE REIS DE FRANÇA SOUZA, GUILHERME MELO TEIXEIRA, WAGNER AUGUSTO DOS SANTOS

ORIENTADOR(ES): DEOVALDO DE MORAES JÚNIOR, VITOR DA SILVA ROSA

COLABORADOR(ES): BRUNA DAMASCENO CARNEIRO

Realização:

SEMESP

sindicato das mantenedoras de ensino superior



Apoio:


ENIAC
Educação Básica e Superior

1. RESUMO

O estudo de tanques com impulsores mecânicos é de extrema importância para as diversas ramificações das atividades industriais, tais como a química, petroquímica, farmacêutica e alimentícia. Sendo assim, determinar a potência consumida em função das características físicas e químicas do fluido trabalhado se faz necessário para atingir um grau satisfatório de agitação e mistura. É comum em operação de agitação e mistura a formação de zonas mortas, diminuindo a qualidade da mistura. Uma forma de evitar este fenômeno é a colocação de um tubo no interior do tanque ao redor do impulsor mecânico, denominado Draft Tube. Entretanto, a literatura apresenta pouca informação de projeto desses internos em relação a potência consumida pelo impulsor mecânico. O objetivo nesse trabalho foi determinar a potência consumida em função de um impulsor axial de 4 e 2 pás inclinadas e um radial com 6 pás planas, na agitação de uma solução de sacarose 60% e glicerina, com e sem draft tube. Os experimentos foram realizados em uma unidade experimental composta por um tanque de operação com 4 chicanas fixas e uma capacidade de 10 litros, um motor elétrico onde variou a rotação entre 100 a 1600 rpm. Conclui-se que não há diferença significativa na potência consumida com ou sem draft tube, independentemente do tipo de impulsor utilizado.

Palavras chave: Potência consumida, impulsor mecânico, glicerina, sacarose.

2. INTRODUÇÃO

Tanque providos de agitação mecânica englobam grande parte do setor industrial, se faz presente no ramo petroquímico, químico, farmacêutico, alimentício, entre outros, atuando das mais diversas maneiras, desde decantadores até solubilizadores.

De maneira a se obter um eficiente controle de um projeto, é necessário saber o quanto de energia é empregado no mesmo. Um dos principais fatores relacionados ao consumo energético é a determinação da potência aplicada, que está diretamente relacionada com as características do fluido.

Todavia, o consumo de potência por parte do sistema depende de uma série de variáveis, tais como: densidade, viscosidade, dimensões do tanque, tipo de impulsor, presença de chicanas, presença de draft tube, entre outros. (Pereira, 2015).

No processo de agitação e mistura é comum a formação de zonas mortas, o que influencia diretamente em parâmetros como tempo de mistura, eficiência na transmissão de calor e transferência de massa. Uma forma de contornar este problema é a utilização de um draft tube.

O draft tube é um acessório colocado no interior do tanque ao redor do impulsor mecânico, visando obter o escoamento mais uniforme e assim otimizar parâmetros como tempo de mistura e influência na transferência de calor. Como os Draft Tubes podem ter diversas configurações, fica complexo definir uma forma genérica no cálculo de potência consumida, justificando assim a carência de dados na literatura. A figura 1 apresenta um tanque contendo um draft tube.

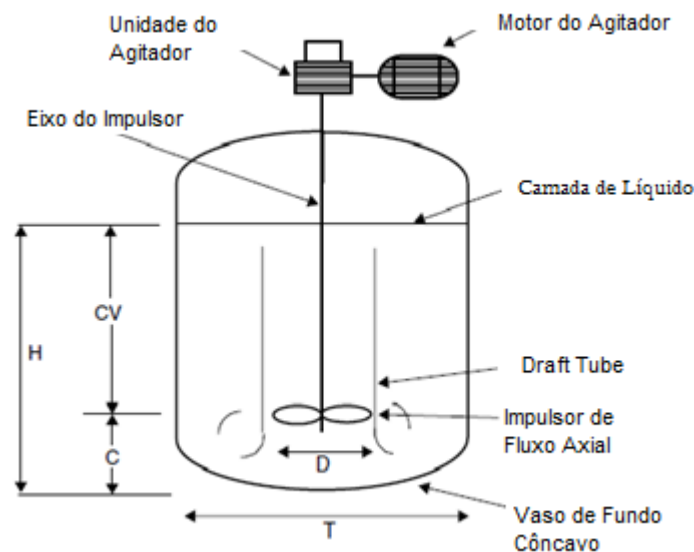


Figura 1 - Vaso mecanicamente agitado com o Draft Tube (Paul, 2011)

3. OBJETIVO

O trabalho visou determinar a potência consumida em um tanque equipado com draft tube em função de três tipos de impulsores mecânicos e dois fluidos.

4. METODOLOGIA

A unidade experimental utilizada nos experimentos foi composta de um tanque de acrílico com volume útil de 10 litros, 4 chicanas de aço inoxidável alocadas de forma diametralmente opostas entre si, um acessório Draft Tube, um motor elétrico, um impulsor axial com 4 pás inclinadas a 45°, um impulsor axial com 2 pás inclinadas a 45° e um impulsor radial tipo turbina com 6 pás planas, como demonstrado nas figura 2, 3 e 4.



Figura 2 – Unidade piloto com tanque provido de agitação mecânica e draft tube. (2016)



Figura 3 - Impulsores mecânicos de 2 pás axial, 4 pás axial e 6 pás planas radial respectivamente. (2016)



Figura 4 – Tanque equipado do acessório Draft Tube (2016)

Os fluidos empregados no trabalho foram glicerina e solução de sacarose com 60% em peso. Os ensaios foram realizados em função do tipo de impulsor, axial com 2 pás e 4 pás e radial turbina.

As rotações empregadas no estudo compreenderam o intervalo de 100 rpm a 1600 rpm, determinadas assim em função dos limites da unidade experimental.

A potência consumida foi baseada na 3ª lei de Newton, em que o impulsor mecânico provoca o movimento do fluido e este, por sua vez, produz uma força de resistência ao movimento no impulsor mecânico, o qual é transmitido ao motor elétrico. Baseado neste princípio, o motor foi colocado em balanço sobre rolamentos. Com o dinamômetro foi possível medir essa força gerada pelo fluido e relacioná-la com a rotação do impulsor mecânico e o braço, conforme apresentado na Equação 1.

$$P = 2\pi \cdot F \cdot N \cdot B \quad (1)$$

Em que F é a força medida em Newton, N é a rotação do impulsor mecânico em rps e B é o braço medido desde o centro do eixo do impulsor mecânico até uma distância arbitrária em metros e P é a potência consumida em

Watts. O método é eficaz pela facilidade da coleta de dados e se o rolamento sobre o qual o motor estiver alocado for livre de imperfeições, a resistência por atrito é mínima, o que garante muita confiabilidade nos dados gerados pelo modelo. (Moraes Júnior e Moraes, 2011).

Foram utilizados três braços com os seguintes valores: braço 1 de 125 mm, braço 2 de 275 mm e braço 3 de 425mm. Com o dinamômetro mensurou-se três forças correspondentes a cada braço em função de cada rotação, de tal forma que foram calculadas três potências e posteriormente a potência média.

5. DESENVOLVIMENTO

Existem diversos parâmetros que devem ser levados em consideração para o cálculo da potência consumida, como as relações dimensionais do tanque e seus periféricos além das propriedades físicas do fluido. Devido à complexidade entre essas variáveis, a potência é calculada através da relação adimensional número de potência (Equação 2) em função do número de Reynolds (Equação 3).

$$Np = \frac{P}{N^3 \cdot \rho \cdot Da^5} \quad (2)$$

$$Re = \frac{N \cdot Da^2 \cdot \rho}{\mu} \quad (3)$$

Em que P é a potência consumida em W, N é a rotação do impulsor em rps, ρ é a densidade do fluido em Kg/m^3 , Da é o diâmetro do impulsor em m e μ é a viscosidade dinâmica do fluido em $Kg/m.s$.

A figura 5 apresenta relação gráfica entre o número de potência e o número de Reynolds para alguns tipos de impulsores mecânicos.

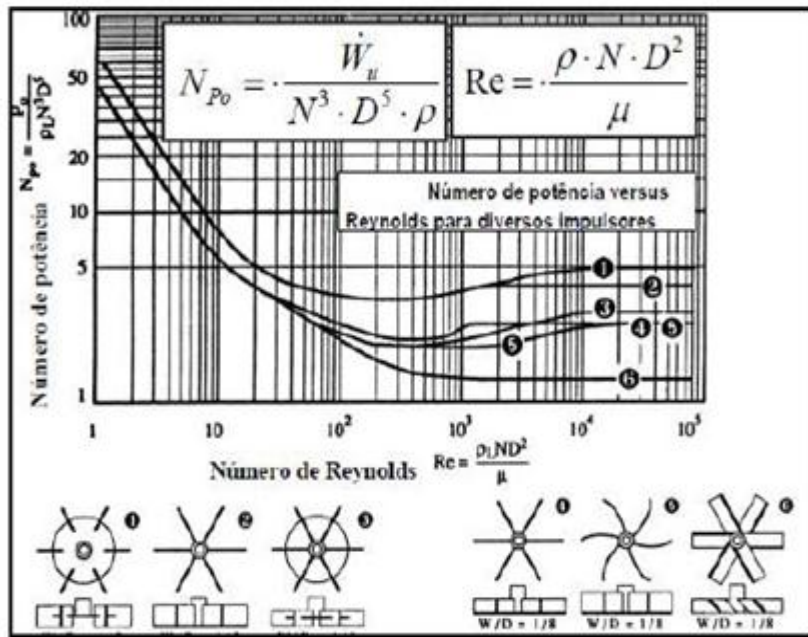


Figura 5 - Diagrama do número de potência em função do número de Reynolds.

As relações geométricas do tanque foram fixadas inicialmente por padrões de Rushton (Rushton, 1950) conforme as relações apresentadas na equação 4:

$$\frac{Dt}{Da} = 3 ; \frac{E}{Da} = 1 ; \frac{L}{Da} = 0,25 ; \frac{W}{Da} = 0,2 ; \frac{J}{Da} = 0,1 ; \frac{H}{Dt} = 1 \quad (4)$$

Em que Da é o diâmetro do impulsor, Dt é o diâmetro do tanque, E é a distância do impulsor ao fundo do tanque, L é a largura da pá do impulsor mecânico, W é a altura da pá do impulsor mecânico, J é a largura das chicanas e H é a altura do nível do líquido.

6. RESULTADOS

Através dos dados obtidos experimentalmente, foram construídos gráficos com o Número de Potência em função do Número de Reynolds para os agitadores utilizados em questão, com e sem draft tube. As figuras 6, 7 e 8 apresentam os resultados obtidos com o uso do impulsor radial, axial com 4 pás e axial com 2 pás, respectivamente.

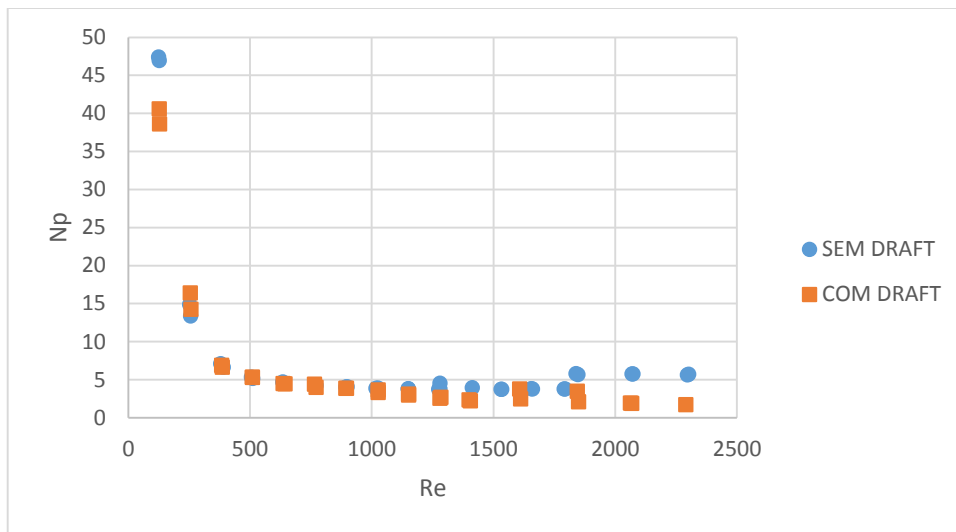


Figura 6 – Número de potência em função de Reynolds com impulsor radial.

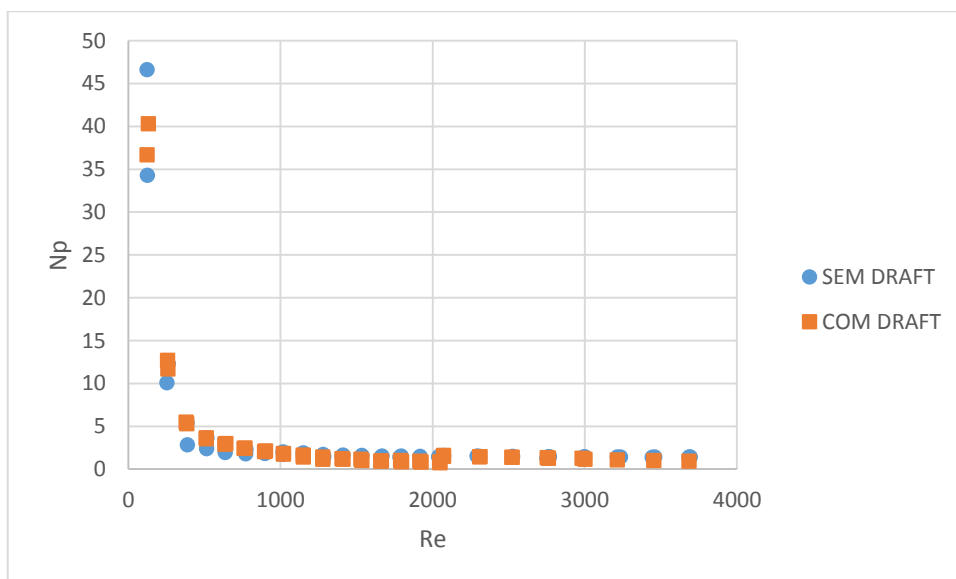


Figura 7 – Número de potência em função de Reynolds com impulsor axial de 4 pás e com chicanas.

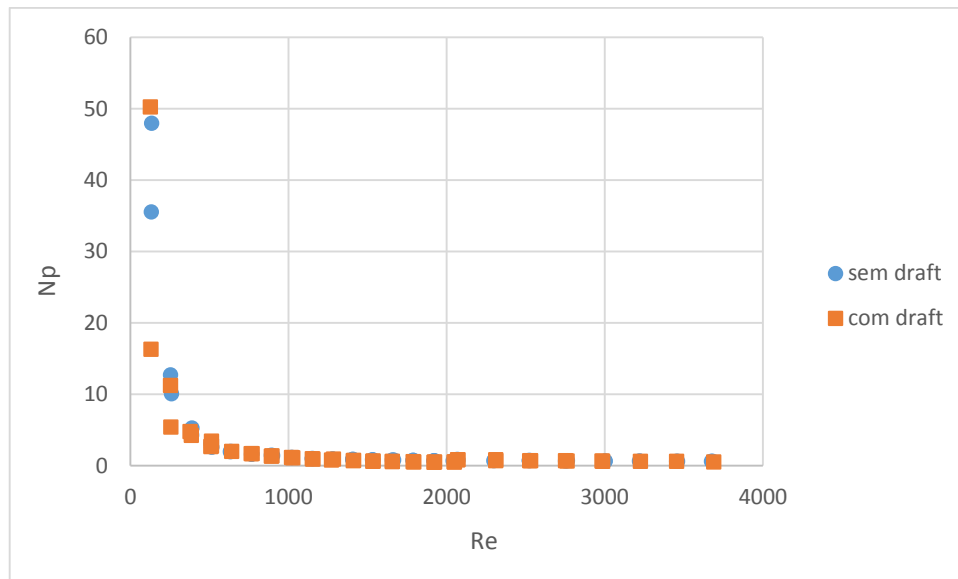


Figura 8 – Número de potência em função de Reynolds com impulsor axial de 2 pás e com chicanas.

Na figura 6, pode-se observar que a partir do Reynolds em aproximadamente 1250, há uma redução do consumo de potência com o draft tube. Nas figuras 7 e 8, que se refere aos impulsores axiais de 2 e 4 pás inclinadas, resulta que, com o Reynolds em aproximadamente 1000, o aumento do número de rotações não é necessário, visto que o número de potência se torna constante.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos dados obtidos experimentalmente, foi concluído que a potência pelo motor está diretamente relacionada com o tipo de impulsor usado na agitação mecânica. Quanto a utilização do acessório estudado, o draft tube, foi constatado que o seu uso não causa alterações significativas frente ao número de potência, ou seja, seu uso se faz bastante útil, pois o mesmo controla o fluxo e garante uma agitação ou mistura mais eficiente, logo não permite a formação de vórtice no interior do tanque. Todas as considerações aqui feitas, são válidas tanto para sacarose 60%, quanto para a glicerina.

8. FONTES CONSULTADAS

31st Session of the Codex Alimentarius Commission for Glycerol, 422, 2008, GSFA Online, Codex Alimentarius.

[http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=G LICERINA](http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=GLICERINA), acesso em: julho/2016

MORAES JUNIOR, Deovaldo; SILVA DE MORAES, Marlene - Laboratório de Operações Unitárias I, 2011.

MORAES, Jr.D.M. Potência consumida em função da localização do draft tube em tanque com impulsor mecânico. In: 14º Congresso Nacional de Iniciação Científica SEMESP, 2014, Santos. UNISANTA

NEGRIS, T. S. et al. "Produção Industrial de Açúcar e Álcool, 2012

PAUL, E. L., ATIEMO-OBENG, V. A., KRESTA, S. M. – Handbook of industrial mixing science and practice, 2003.

PEREIRA F. M., Operações Unitárias II – Agitação e Mistura, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2015;

PERRY, R.H., Perry's Chemical Engineer's Handbook 8th edition, 2007

RUSHTON, J.H, Costich, E W and Everett, H.J; Chemical Engineering Process (1950);