

MÉTODO PARA SE ESTUDAR A RELAÇÃO ENTRE A VAZÃO, A TRANFERÊNCIA DE CALOR, A POTÊNCIA CONSUMIDA E A ROTAÇÃO EM TANQUE COM IMPULSOR MECÂNICO AXIAL

Hissam Abdul Basset Khatib, Pedro Henrique Silva de Moraes, Diego Armando Santos Alves, Michel Paulo Casella Severo, Caroline Zuquieri Dias, Carlos Alberto Amaral Moino, Deovaldo de Moraes Júnior

Faculdade de Engenharias e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Santa Cecília (UNISANTA)

Recebido em: 16/08/09 Aceito em: 05/10/09 Publicado em: 04/06/10

RESUMO

Um trocador de calor com agitação mecânica tem uma grande importância nas indústrias para aquecimento e mistura de produtos químicos tais como: plásticos, antibióticos, fertilizantes, detergentes, papéis, tintas e cimento. O presente estudo teve por objetivo determinar experimentalmente o tempo necessário para ocorrer com mais eficiência a transferência de calor entre o fluido e a chicana aquecedora em tanques com agitação mecânica. A unidade experimental foi constituída basicamente de um impulsor axial de 45°, quatro chicana tipo tubos verticais, um tanque de acrílico com volume útil de 7,56 L, vinte tubos piezométricos, banho termostatzado, motor de 1/7 de hp em balanço, bomba centrífuga, quatro termopares. O fluido de aquecimento foi a água a temperatura ambiente a uma vazão 1 l/min. As vazões da água a ser aquecida foram de 0,7 , 1,0 e 1,3 l/min. As rotações estudadas foram de 400rpm, 800rpm e 1200rpm. O estudo permitiu concluir que com rotação de 800rpm e vazão de 0,7 l/min ocorreu uma melhor troca de calor, evitando o desperdício de energia.

Palavras-chave. Impulsor; Troca de Calor; Tubos Verticais.

1. Introdução

É grande o emprego de tanques com impulsores mecânicos nas indústrias para troca de calor em função da elevadas turbulências geradas por estas unidades. Os trocadores de calor para tanque de agitação podem ser tipos jaqueta (ou camisa), serpentina, tubos verticais ou placas verticais (Joaquim Jr. et al, 2007). Os tubos verticais, podem ser colocados na forma de chicana para quebra do vórtice e melhor troca de calor pelo aumento da turbulência (Razuk,1992; H. Perry, 2008; MCCABE,1993). O presente trabalho visou montar uma unidade experimental para se obter a rotação ótima de um impulsor mecânico

axial para evitar desperdício de energia consumida por rotação excessiva em operação de troca de calor através da análise das variáveis de um tanque com impulsor mecânico como rotação, vazão de mistura, potência, vazão de alimentação dos fluidos e coeficiente global de troca de calor.

2. Materiais e Métodos

A Figura 1 fornece um esboço da unidade experimental e a Figura 2 uma vista geral da unidade.

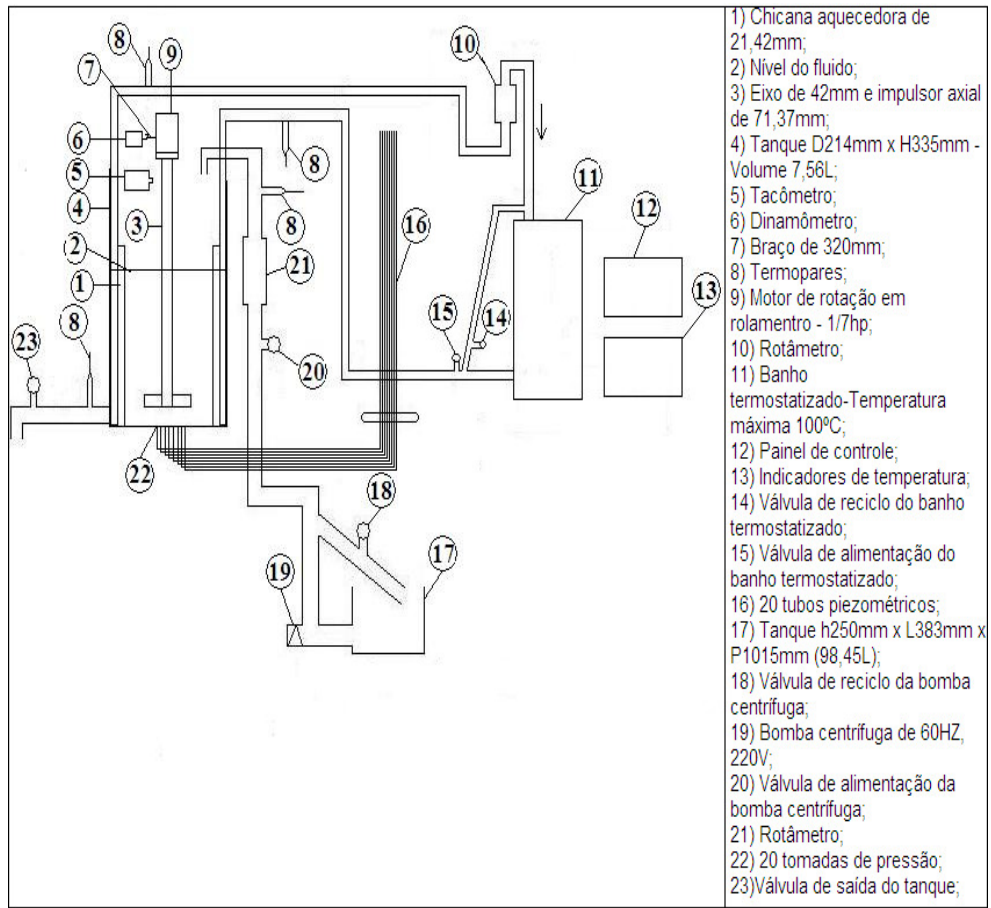


Figura 1 – Unidade Experimental.

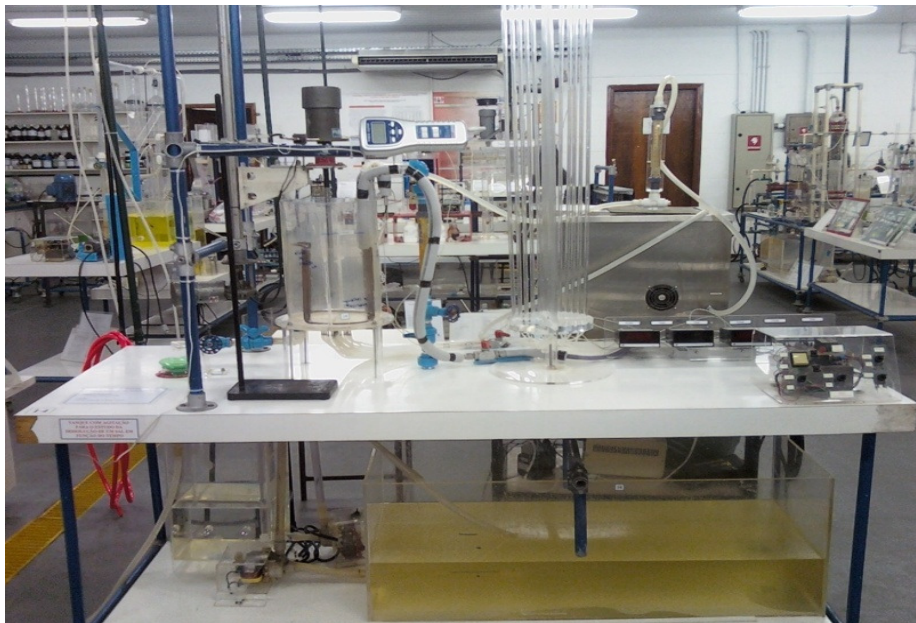


Figura 2 – Vista geral do equipamento.

Lista-se a seguir o procedimento empregado no trabalho referente à Fig. 1:

- a) Ligou-se o indicador de temperatura (item 15 da Figura 1) o banho termostatzado (11) a uma temperatura desejada (fig.1, 17), a bomba (17) com a válvula (20) fechada e (19) aberta;
- b) Regulou-se a abertura da válvula (20) para a vazão desejada no rotâmetro (21);
- c) Abriu-se a válvula de saída do tanque (23), deixando estável o nível do fluido;
- d) Ligou-se a chave geral do controlador (14), o agitador;
- e) Fixou-se a agitação pelo controlador da rotação do impulsor (3);
- f) Mediu-se com o tacômetro (5) a rotação do agitador (3), com o dinamômetro (7) a força;
- g) Abriu-se a válvula de saída (13) de água quente do banho termostatzado;
- h) Fechou-se a válvula de reciclo do banho (12) até uma vazão desejada;
- i) Ligou-se o cronômetro;
- j) Verificou-se e anotou-se a temperatura de saída do tanque a cada 2 minutos, observou-se o

tempo que a temperatura de saída manteve-se constante pelos termopares (6);

k) Mediu-se a pressão estática e dinâmica nos tubos piezométricos (24).

Para o cálculo da troca de calor, mediram-se as temperaturas de entrada e saída do tanque e do trocador (chicana), com temperaturas de entrada da chicana de 40°C, 50°C e 60°C, fornecida pelo banho termostatzado com vazões de 0,7 L/min, 1 L/min e 1,3 L/min, rotações do impulsor mecânico de 400 rpm, 800 rpm, 1200 rpm e sem rotação. A vazão da água na entrada do tanque (fora da chicana) foi mantida em 1 L/min na temperatura ambiente.

3. Resultados e Discussão

As Figuras de 3 até 7 apresentam alguns dos resultados obtidos nos experimentos.

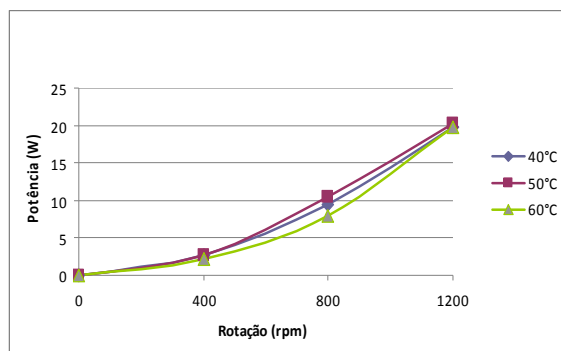


Fig. 3- Potência em função da rotação para temperaturas de 40oC, 50o e 60oC.

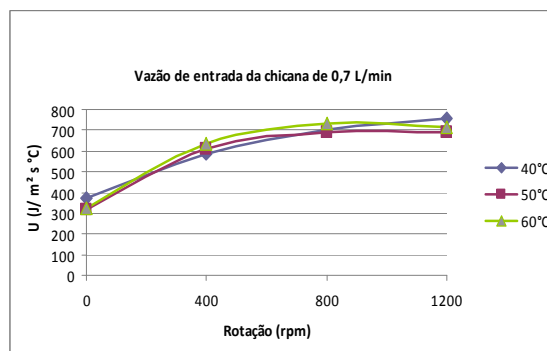


Fig. 4 – Coeficiente global U em função da rotação para as temperaturas, com vazão na chicana.

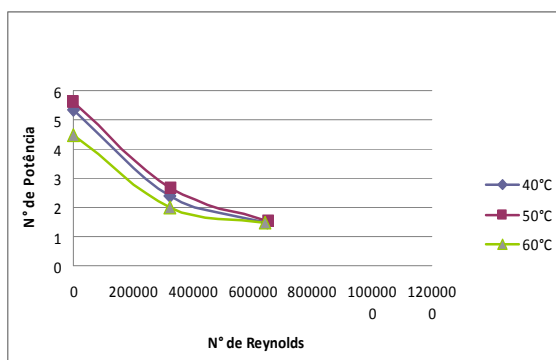


Fig. 5 – Número de Potência em função do Número de Reynolds.

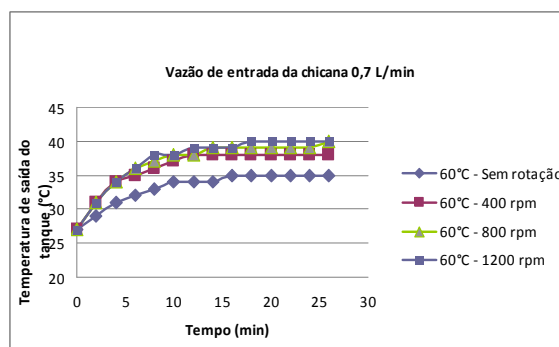


Fig. 6 – Tempo de estabilização da temperatura em função da rotação.

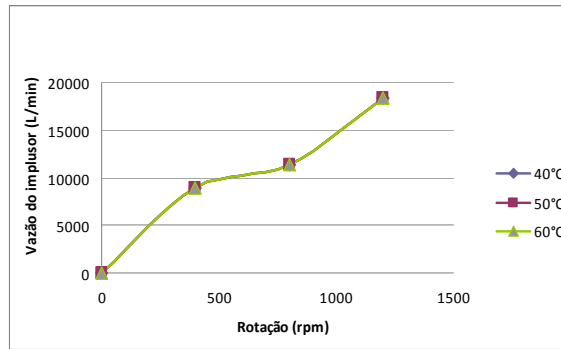


Fig. 7 – Vazão do impulsor em

função da rotação.

Verificou-se que a curva da potência consumida é sempre crescente com o aumento da rotação (fig.3). Notou-se que com rotações abaixo de 400 rpm não ocorre uma ótima troca de calor, e com rotações acima de 800 rpm ocorre um desperdício energético (fig.4). O número de potência em função do número de Reynolds (fig.5) tende a um valor aproximado de 1,5 para o número de Reynolds acima de 600.000. A temperatura de saída se tornou praticamente constante a partir de 15 minutos. A vazão do impulsor mecânico obtida pelos tubos piezométricos aumentou de zero a 18.000 l/min para as rotações de zero a 1200 rpm (fig.7). A vazão que o impulsor axial fornece no fundo do tanque, nos tubos piezométricos, é cada vez maior quando se aumenta a rotação do impulsor.

4. Conclusão

Recomenda-se para as condições estudadas, operar com 800 rpm para melhor troca de calor. Rota-

ções maiores geram maior consumo de potência no motor sem melhoria no aquecimento.

5. Referências

- JOAQUIM JR, C. F.; Cekinski, E.; Nunhez, J.R.; Urenha, L.C. Agitação e mistura na indústria. 2007.
- RAZUK, P. C. Um estudo sobre as operações unitárias de agitação, troca de calor em tanques e mistura de pós. 1992.
- H. PERRY, Robert; W. Green, Don. Perry's chemical engineers handbook. 8 ed. McGraw-Hill, 2008.
- MCCABE, S. H. Unit Operations of Chemical Engineering. 5 ed. 1992.