Estudo das Velocidades de Entrada de Ar em uma Torre de tiragem Mecânica Forçada

Guilherme Ianusckiewicz Marques[1], Karina Tamião de Campos Roseno[1,2].

[1] Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

[2] Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia Química, São Paulo-SP, Brasil.

email: alexguimarques@hotmail.com

Resumo: As torres de resfriamento são equipamentos utilizados em vários sistemas térmicos, sendo as aplicações mais comuns nas indústrias químicas e petroquímicas. Elas buscam transferir ao ar o calor residual dos processos industriais evitando a poluição térmica dos cursos d'água ou utilizam a água em um ciclo fechado economizando o líquido que pode ser tratado a um custo menor. Uma torre leva em consideração a temperatura necessária de saída e entrada da água e as condições climáticas do local de instalação. O presente trabalho teve como objetivo estudar as velocidades de entrada de ar em uma torre de resfriamento de tiragem mecânica forçada, empregada no processo de resfriamento do cloro na empresa Hidromar Indústria Química Ltda, situada na cidade de Cubatão-SP. A torre da Alpina é de médio porte da série INS, com tamanho 32, na qual foi realizada medições com um anemômetro digital. A partir dos dados experimentais analisados chegou-se aos resultados das velocidades de entrada de ar (m/s) na torre e conclui-se que esta apresentou resultados constantes, não interferindo na operacionalização do processo.

Palavras chave: Torre de resfriamento. Torre de tiragem mecânica forçada. Entrada de ar na torre.

Study of Air inlet Velocities in a Forced Mechanical Draw Tower

Abstract: Cooling towers are used equipment in various thermal systems, being the most common applications in the chemical and petrochemical industries. They seek to transfer residual heat from industrial processes to the air by avoiding the thermal pollution of the watercourses or by using the water in a closed cycle saving the liquid that can be treated at a lower cost. A tower takes into account the required temperature of exit and entry of the water and the climatic conditions of the installation site. The present work had the objective of studying the air velocities in a forced mechanical draft cooling tower used in the chlorine cooling process at the company Hidromar Indústria Química Ltda, located in the city of Cubatão, state of São Paulo. The Alpina tower is a medium-sized INS series, with size 32, in which measurements were made with a digital anemometer. From the experimental data analyzed, the results of the air inlet velocities (m / s) in the tower were reached, and it was concluded that it presented constant results, not interfering in the operation of the process.

Keywords: Cooling tower. Forced mechanical drawing tower. Air in the tower.

Introdução

Em uma indústria as torres de resfriamento representam uma operação unitária importante para a transferência de calor. Este equipamento de operação contínua gera a

transferência de massa e energia no resfriamento da água [5]. Uma variável importante para o bom desempenho de uma torre de resfriamento é a entrada de ar dentro da torre, uma vez que ocorre a transferência do calor da água para o ar. A transferência de calor latente, é devido a vaporização de uma pequena porção de água e a transferência de calor sensível é devido a diferença entre a temperatura da água e do ar [1]. O processo evaporativo é a principal contribuição para o resfriamento da água, ocorrendo a transferência de massa da fase líquida água para a fase gasosa ar, o que provoca a diminuição da temperatura da água que passa pela torre de resfriamento. Este evento ocorre quando a água aquecida é gotejada na parte superior da torre e desce lentamente através de enchimentos em contracorrente com uma corrente de ar frio em geral à temperatura ambiente. A evaporação de parte da água é responsável por cerca de 80% do resfriamento, sendo os 20% restantes relativo à diferença de temperatura entre o ar e a água [2]. Já Sunil *et al*. [4] afirmam que a eficiência da torre de resfriamento depende das quantidades de entrada do fluxo de ar e água. O fluxo de ar pode ser gerado com a utilização de ventiladores, que são de dois tipos: centrífugo onde o ar entra através da parte central de uma roda impulsora e sai em ângulo reto para o caminho de entrada e o axial, em que o ar flui pelo outro lado onde há um caminho direto para esse fluxo [3]. Neste trabalho a torre estudada possui um ventilador axial com 910 mm.

Objetivos

Este trabalho teve como objetivo calcular as velocidades de entrada e saída de ar em uma torre de resfriamento de tiragem mecânica forçada, instalada na Hidromar Indústria Química Ltda situada no polo petroquímico de Cubatão, São Paulo.

Materiais e métodos

Um anemômetro digital marca Drone Termome, faixa de medição 0-30 m/s, foi utilizado para medir a velocidade do ar, conforme Figura 1 e através desta medida pode-se obter a vazão volumétrica do ar.

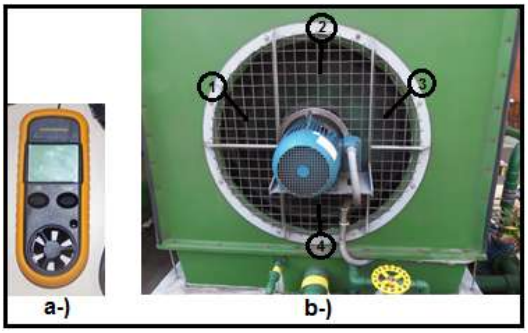


Figura 1 - Medições de entrada de ar na torre de tiragem mecânica forçada.
a-) Anemômetro digital: b) Pontos de medições das velocidades das entradas de ar (1,2,3,4).
Fonte: Hidromar, 2016.

Para calcular a velocidade do ar de entrada da torre foi utilizada a vazão volumétrica do ar (Qs) que foi calculada pela equação (1), denominada de equação da continuidade e rearranjada como mostra a equação (2) e deste modo calcula-se a velocidade do ar que percola a torre a qual é fornecida através de um ventilador, sendo Q_s a vazão volumétrica do ar que entra na torre [m³/h]; v a velocidade do ar que entra na torre [m/h]; V_1 a velocidade do ar na sucção do ventilador [m/h]; V_2 a velocidade do ar na descarga do ventilador [m/h] e A representa a área de 910 mm de sucção (A_1) e (A_2) de descarga, onde são constantes, pois as áreas de sucção e descarga apesar de possuírem diâmetros [m²] diferentes e dado como o mesmo, pois só e levado em conta no cálculo da equação da continuidade a massa de ar de entrada na torre que e igual a de saída.

$$Q_s = v \cdot A \quad (1)$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot A_1}{A_2} \quad (2)$$

Os resultados sobre o que foi observado durante os quatorze (14) dias de acompanhamento do funcionamento da torre estudada são demostrados na Tabela 1, obtido com a utilização das equações 1 e 2, onde A_1(0,91m²) e A_2(0,63m²) são constantes, pois as áreas de sução e descarga tem os mesmos diâmetros. Para a obtenção das medidas foram realizadas quatro (4) vezes durante o dia, duas (2) vezes por semana durante quatorze (14) dias. Uma média diária das quatro (4) leituras realizadas para cada variável da torre foram obtidas. As quatro (4) medidas foram divididas em dois (2) períodos, sendo duas no período da manhã das oito (8) as nove (9) horas e após um intervalo de uma (1) hora a outra das dez (10) ás onze (11) horas. No período da tarde, foram feitas as outras duas (2) medições das quatorze (14) às quinze (15) horas e novamente após um intervalo de uma (1) hora, eram feitas as últimas medições do dia, das dezesseis (16) até as dezessete (17) horas. Também se retirou quatro (4) medições das temperaturas de saída de ar em cada ponto nas laterais do retângulo da parte superior da torre onde se sai o vapor a fim de se obter uma média da velocidade do ar de saída. Na realização das quatro (4) medições das velocidades de entrada de ar na torre foi feito uma média total dos (4) dados experimentais das velocidades em cada medição para a diminuição dos erros experimentais, onde foram retirados os dados da parte inferior da torre em baixo do recheio como mostra nas Figuras 1 e 2.

Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados dos dados e cálculos da velocidade de ar na entrada da torre.

Tabela 1- Dados experimentais e cálculos de velocidades do ar na entrada da torre.

Médias dos dias	v1 (m/s)	v2 (m/s)
1	10,1	14,6
2	10,9	15,7
3	11,0	15,9
4	11,3	16,3
5	11,0	15,9
6	11,4	16,5
7	11,4	16,4
8	11,6	16,7
9	11,5	16,6
10	11,2	16,2
11	11,5	16,7
12	11,4	16,5
13	11,6	16,7
14	11,2	16,2
Médias Totais	**11,2**	**16,2**

A Figura 3 mostra o gráfico com a velocidade do ar de entrada do ventilador instalado na torre de tiragem mecânica forçada.

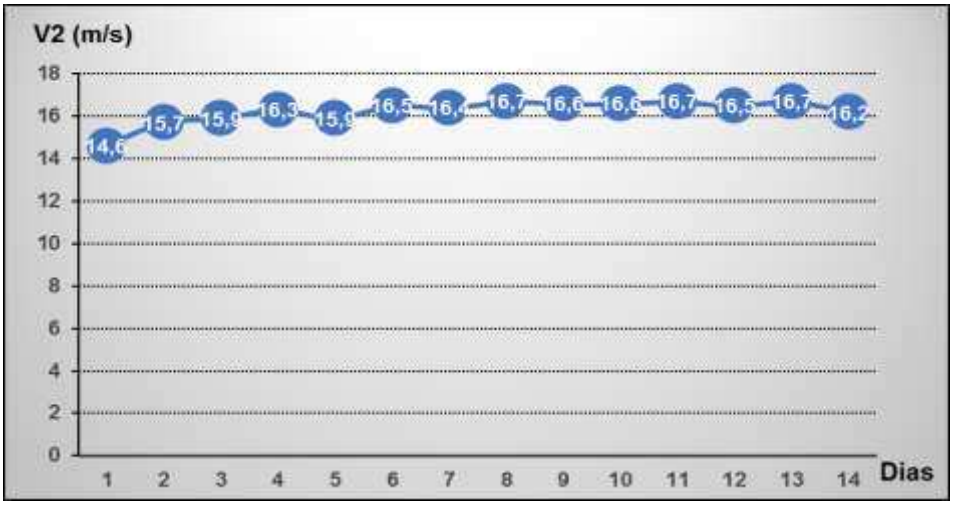


Figura 1 - Gráfico de entrada de ar na torre de tiragem mecânica forçada.

Discussão

A utilização de ventiladores para movimentar o ar através da torre possibilita um controle total da entrada de ar. Nas torres de tiragem mecânica forçada os ventiladores são instalados na parte lateral da torre, abaixo do enchimento, o ar distribuído é mais fraco porque tem a necessidade de fazer um desvio de 90°. Outro inconveniente é que o ar parcialmente saturado que sai da torre de tiragem forçada tem pequena velocidade e não se dispersa com facilidade, podendo desta forma, afetar o ar que ingressa na torre, alterando o seu desempenho. No local onde está situado o ventilador, a entrada de ar é de 910 mm, conforme manual de projeto das torres Alpina. Verifica-se na Figura 3 que na grande maioria dos dias houve uma constância de resultados, pequenas variações, mais nada significativas, ocorreram nos dias 1 e 2, com 14,6 e 15,7 m/s respectivamente, isso porque houve diminuição da velocidade de sucção e de descarga do ventilador, sendo, portanto, os dias com menores números. Nos dias 3 e 5 houve uma coincidência da mesma velocidade apresentando 15,9 m/s e as maiores velocidades ocorreram nos dias 8, 11 e 13 com 16,7m/s.

Conclusões

A análise dos resultados apresentados neste trabalho mostra que as velocidades do ar na torre apresentaram resultados constantes, portanto, conclui-se que não houve nenhum tipo de influência na operacionalização do processamento do cloro.

Referências bibliográficas

1- Alpina equipamentos. Disponível em: <http://www.alpinaequipamentos.com.br/pdf/torres-de-resfriamento-de-agua.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2017.
2- Sapunaru, R. A.; Silva O. C.; Lima, M. T. S. L.; Souza, M. C.; Flores, T. S.; Cruz, N. G. S.; Diamantino, H. D.; Barroso, L. A.; Rocha, B. A.; Souza, R. L. M.; Ramos, P. C.; Macedo, M. H. M. As Influências das Torres Hiperbólicas nas Usinas Termoelétricas: Um Foco Termonuclear. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas- Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri- MG, v. 37 Ed. Especial. p.30-34. 2014.
3- Stanford III, H. W. HVAC water chillers and cooling towers:fundamentals, application and operation. 2 ed. Taylor&Francis Group:New York- USA. 2012.
4- Sunil, J. K.; Ajaygiri, K. G. Studies and Experimentation on Cooling Towers: A Review.International Research Journal of Engineering and Technology Vol: 02 2015. p. 279.
5- Wang, S. K. Handbook of air conditioning and refrigeration. 2ed., New York: MacGraw-Hill, 2001.