

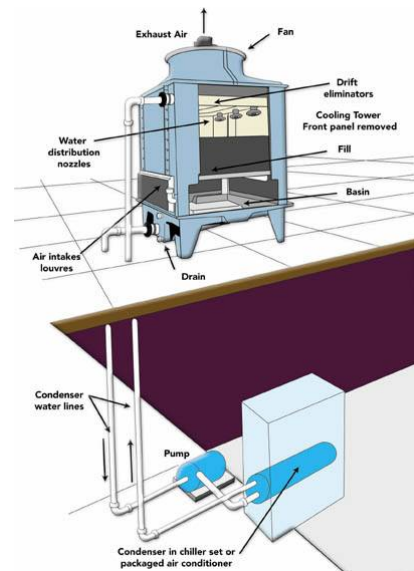
TORRES DE RESFRIAMENTO.

1-Princípios das Torres de Resfriamento.

Diversas máquinas e processos industriais, assim como os sistemas de ar condicionado para o conforto do homem, geram enormes quantidades de calor que devem ser dissipados para que máquinas e processos operem com eficiência.

Normalmente, este calor é transferido para uma fonte de água, que por sua vez é rejeitado para a atmosfera através do processo de evaporação. Este é o princípio básico de funcionamento de uma torre de resfriamento aberta ou fechada, assim como de condensadores evaporativos e resfriadores adiabáticos.

Este princípio físico, se dá inclusive no ser humano quando produz suor. Uma fina camada de suor sobre a pele, tenta resfriar o corpo pela evaporação do suor.



2-Tipos de Torres

Através de diversos tipos de torres, a indústria tenta incrementar este processo, tornando o equipamento cada vez mais eficiente ou adaptado às condições de trabalho.

Os tipos mais comuns são:

a) Pelo tipo de Ventilação

- Torres atmosféricas (sem ventilador)
- Torres de bicos de aspersão de alta pressão (sem ventilador)
- Torres com ventilação forçada (insuflamento)
- Torres com ventilação induzida (exaustão)

b) Pelo fluxo de ar

- Torres em contracorrente
- Torres em corrente cruzada
- Torres em corrente paralela

3-Materiais Construtivos

a) Metálicas

Esta é uma tecnologia tipicamente americana. Contempla produtividade elevada, já que permite a utilização de máquinas e equipamentos com controles CNC. Tipicamente para atender um grande mercado com prazos de entregas reduzidos. Existe toda uma mentalidade de equipamentos descartáveis, que nem sempre se aplica no Brasil.

Muito utilizada também para a construção de condensadores evaporativos, pelos pesos que deve suportar (serpentina).

Costumam ser equipamentos compactos, transportados prontos para a obra, e com custos de manutenção elevados.

b) PRFV (Plástico Reforçado com Fibra de Vidro)

É o tipo mais comum no Brasil. A fibra de vidro não sofre problemas de corrosão, porém sua resistência mecânica a esforços de torção e cargas verticais não é comparável com o aço.

Extremos cuidados devem ser tomados com operações de montagem e manutenção, já que o PRFV é combustível.

Com o tempo, o PRFV sofre um processo de delaminação, quando perde parte da resina de poliuretano e começa a deixar expostas algumas fibras.

A pintura da torre deve ser feita com tintas à base de poliuretano para corrigir este problema.

c) Concreto

Esta construção é utilizada para equipamentos de grandes capacidades. Toda a estrutura, bacia e laterais é construída em concreto. Posteriormente são instalados os componentes (ventiladores, enchimentos, eliminadores de gotas, etc.).

d) Madeira

A construção tem origem americana. Utiliza-se uma madeira chamada "red wood" que não existe no Brasil. Mesmo assim existem algumas torres feitas em madeira (de outras qualidades) que apresentam bastantes problemas de ataques por fungos e outros parasitas. Difícil manutenção.

4-ENCHIMENTOS

Este componente é o “trocador de calor” da torre. Existe uma grande variedade de enchimentos, já que cada fabricante procura ter o seu, e assegura-lo com algum tipo de patente.

Fundamentalmente, podemos classifica-los em três grandes grupos:

a) Enchimento tipo Filme

São enchimento feitos com filme de PVC ou polietileno, normalmente por processo de vacuumforming, onde se transfere o formato final de cada folha ou lâmina.

As lâminas podem ser coladas, ou simplesmente montadas lado a lado, dentro do espaço destinado ao enchimento da torre.

Procura-se neste caso uma grande superfície de contato (m² por m³ de enchimento).

Neste aspecto, o enchimento tipo filme é altamente eficiente do ponto de vista térmico.

Ressalta-se, porém, os seguintes cuidados e observações:

- Este enchimento não é passível de manutenção. Deve ser substituído.
- A aplicação de um lava-jato, destrói este enchimento.
- Somente pode ser utilizado em águas limpas.
- Muito sensível a incrustações e entupimentos.

b) Enchimento tipo Grades

Formado por blocos de grades trapezoidais que se montam na torre como “tijolos”.

É menos eficiente do que o enchimento tipo filme, porém suporta águas com alguma sujeira, assim como procedimentos de manutenção normalmente utilizados no Brasil.

Aproximadamente 2/3 das torres instaladas usam alguma variação deste tipo de enchimento.

c) Barras de Respingos (Splash bars)

Utilizados em torres onde a água de recirculação estará bastante suja. O princípio de funcionamento difere um pouco dos anteriores.

A água, quando bate nas barras, tem o efeito “splash”, ou seja, divide-se em pequenas gotículas que sofrem a evaporação/resfriamento.

Algumas versões destas barras existentes no mercado não contemplam este princípio.

A eficiência térmica deste enchimento é baixa, e necessita de grandes volumes.

É recomendável que o usuário tenha algum conhecimento destas diferenças no momento de adquirir um novo equipamento para não cair em armadilhas técnicas.

Uma proposta com equipamentos de tamanhos menores, pode estar considerando um enchimento inadequado para seu uso, trazendo problemas de entupimentos em pouco tempo.

5-Ventiladores

Como citado anteriormente, existem alguns tipos de torres que não tem ventilador algum. Em certos casos estaríamos falando de torres muito pouco eficientes, e em outros, estaríamos transferindo a energia necessária do hipotético ventilador para as bombas. Abordaremos aqui as torres com ventiladores, já que são a maioria dos casos.

a) Ventiladores axiais

Os ventiladores (todos) são dimensionados em função do volume de enchimento e água de recirculação, com alguns limites inferiores e superiores. Volumes de ar muito elevados, provocam conseqüentemente velocidades de passagem através dos enchimentos e eliminadores de gotas, que podem carregar grande quantidade de gotículas de água (respingos), o que não é desejável. Este arraste, normalmente, não deve ser superior a 0,1% da vazão de recirculação.

Os ventiladores axiais, quando colocados no topo das torres, funcionam via de regra exaurindo o ar. Ou seja, forçam através de depressão a entrada do ar pelas venezianas, atravessando o enchimento e eliminadores de gotas. Considera-se uma construção eficiente do ponto de vista termodinâmico, porém critica-se o fato de estar colocado do lado do ar saturado.

Existem torre com ventiladores axiais, colocados na parte lateral-inferior da torre, onde "empurra" o ar para dentro da torre, provocando sua saída por cima. Esta construção é muito comum em torres do tipo "cross flow", onde o fluxo de ar se dá totalmente na horizontal.

Ventiladores axiais costumam manipular um grande volume de ar, com relativa economia energética, porém com altos níveis sonoros.

b) Ventiladores Centrífugos

Costumam ser utilizados quando existe uma grande preocupação com o nível sonoro. Podem ser dimensionados para proporcionar uma pressão estática adicional quando requerido.

A construção típica é aquela que coloca estes ventiladores no insuflamento de ar (lado do ar seco), e seu consumo energético é maior que no ventilador axial.

6-Controle de Capacidade.

Mesmo sendo comum sua utilização em sistemas de ar condicionado, os controles de capacidade, no setor industrial são relegados a segundo plano. Damos aqui algumas opções, das mais simples até as mais sofisticadas, dos sistemas de controle que podem ser utilizados.

Por que utilizar ??

Os equipamentos evaporativos são sempre selecionados em função de uma certa quantidade de calor a dissipar (normalmente a máxima), e uma temperatura de bulbo úmido de uma determinada região.

Esta temperatura de bulbo úmido (TBU) é recomendada pela ABNT e representa sempre **1%** das ocorrências máximas de uma região.

No caso de São Paulo-SP., a ABNT recomenda utilizar 24 °C. , e significa que no **máximo** 3 dias por ano poderão ter essa situação.

O que ocorre com os outros 362 dias do ano ? Ora, nosso equipamento estará sobre dimensionado, e deverá existir algum dispositivo para adequá-lo à situação de momento. É aqui que entram os sistemas de controle de capacidade.

Vejamos quais são as possibilidades:

SISTEMA ON-OFF

É o mais simples e mais utilizado em sistemas de ar condicionado. Consiste em um termostato de bacia, que quando detecta que a água está mais fria do que o necessário, simplesmente corta os ventiladores e deixa apenas a água recirculando.

Como a tendência da temperatura da água é aumentar, com o ventilador desligado, chegando a um certo limite, o termostato 'sente' este aumento e manda o ventilador ligar novamente.

Porém, cuidado com esta ciclagem !

Se ocorrerem mais do que cinco (5) ciclos por hora, pode significar que o 'set-point' escolhido para o termostato não é o correto, ou até que o sistema "on-off" não é o mais adequado para ser aplicado.

Poderemos ter desgaste excessivo de correias, consumo elétrico aumentado pelos constantes picos de partida, e num caso extremo, quebra do sistema girante ou redutor por fadiga.

DAMPERS NOS VENTILADORES.

Como a capacidade térmica de uma torre de resfriamento, é bastante proporcional à vazão fornecida pelos ventiladores, poderemos também controlar sua capacidade, se controlarmos a vazão dos ventiladores que equipam a mesma.

O sistema de dampers, normalmente instalados na descarga do ar de ventiladores centrífugos, deverá ser acionado por um servo-motor, que por sua vez é controlado por um termostato proporcional.

Cada vez que exista uma variação de temperatura, o servo-motor procurará posicionar os dampers na abertura ideal para equilíbrio do sistema.

Deve-se considerar uma certa flutuação neste sistema, devido às inércias do sistema.

VARIADORES DE FREQUÊNCIA.

É sem dúvida o sistema de maior evolução técnica. Um sistema eletrônico recebe os sinais de temperatura, alterando a frequência de trabalho do motor elétrico, e consequentemente sua rotação e vazão dos ventiladores.

De alguns anos para cá, o custo de variadores de frequência se reduziu sensivelmente, viabilizando sua utilização em boa parte das instalações.

Pela “Lei dos Ventiladores” poderemos calcular facilmente as economias energéticas que este sistema proporciona.

7-Tratamento Químico da Água.

O tratamento químico da água em equipamentos evaporativos (Torres, Condensadores e Resfriadores de fluídos) não deve ser entendido como condição obrigatória em todos os casos.

As fábricas recomendam uma determinada condição de água com o objetivo de evitar incrustações e/ou oxidações, sendo que os parâmetros recomendados são bastante amplos e fáceis de serem encontrados nas águas fornecidas pelas distribuidoras (Sabesp, etc.).

Nas torres de resfriamento abertas, onde a água circulante na torre vai para trocadores de calor, passa por bombas e tubulações, o lógico seria ouvir também os fabricantes destes outros componentes para poder-se concluir um procedimento a respeito da ‘instalação’ como um todo.

O primeiro passo é conhecer a qualidade de água de entrada no equipamento. Caso esta água esteja dentro dos parâmetros abaixo, temos grandes possibilidades de não necessitar do tratamento químico adicional.

- pH : 7,0 a 9,0
- Dureza: 30 a 500 ppm.
- Alcalinidade: 500ppm.max
- Sólidos dissolv.: 1.000 ppm.max
- Cloretos: 125 ppm. máx.
- Sulfatos: 125 ppm. máx.

Obs.: Os valores acima referem-se às recomendações para equipamentos com carcaças metálicas. Equipamentos em PRFV costumam ser mais permissivos.

Posteriormente, deveremos promover uma purga constante da água de recirculação do equipamento para remover os sólidos que se acumulam pelo processo de evaporação. Em São Paulo, costuma ser suficiente uma purga de aproximadamente 40 a 50% do volume de água evaporada.

Como valor prático podemos utilizar : 1 litro/hora para cada 1.000 Kcal/h.

A purga dos equipamentos deve ser feita de forma **CONSTANTE** durante o período de operação. Drenagens e lavagens de bacias feitas unicamente no fim de semana não resolvem o problema de concentração de sólidos, e transmitem uma falsa ideia de manutenção.

Tomada esta medida, devemos observar se não existe criação de fungos, algas ou outros micro-organismos. Normalmente, um equipamento com água limpa e com a purga conforme recomendado acima, não costuma apresentar este tipo de problema, porém é uma hipótese que deve ser considerada. Ocorrendo este fato, devemos fazer um tratamento à base de biocidas e bactericidas, que não costuma ser tão agressivo e dispendioso como os inibidores de corrosão.

Em último caso, se todas as variáveis forem negativas, e o tratamento químico se torne imperioso, recomendamos selecionar cuidadosamente a Empresa de tratamento químico, exigindo-se desta, que a introdução do produto químico seja através de um dosador automático instalado na descarga da bomba. Este procedimento evita choques químicos no equipamento, devido à alta concentração em que os produtos costumam ser fornecidos.

Os cuidados acima, aliados a um bom programa de manutenção **PREVENTIVA** garantem uma longa vida útil do equipamento.

8-Controle de Ruído.

Existem algumas práticas de mercado que atravessam anos a fio, sem que haja um questionamento técnico a tal prática, e por fim, se torne verdade absoluta.

A definição de ruído em torres de resfriamento é uma delas.

Estamos mais do acostumados a especificar, e receber a total concordância dos fabricantes, torres de resfriamento com categoria de ruído standard, silenciosa e super-silenciosa. (??)

Pois bem. O que é silenciosa ?? Por acaso é algo que faz 'pouco barulho', e portanto, não tem o 'direito' de incomodar ninguém ??

Em se tratando de ruído, estaremos caminhando por uma área tremendamente subjetiva, onde aquilo que incomoda ou não, dificilmente pode ser quantificado. Por exemplo:

- Um pingo d'água, vazando de uma torneira, deve fazer um ruído de aproximadamente 25 dB(A).
- Vocês já experimentaram dormir com uma torneira pingando ??

Porém, mesmo se tratando de uma matéria tão complexa, houve a necessidade de estabelecer certos limites de 'incomodação', e encontrar uma forma de medi-los.

A unidade utilizada para medição de ruído é o decibel (dB) , que é um nível de pressão sonora, expresso nas oitavas harmônicas. Ou seja, o dB, está sempre associado a uma determinada frequência (Hz.).

Como o elemento a proteger, no final das contas, é o ouvido humano, os pesquisadores começaram a estudar nossa capacidade média de audição, e criaram normas e limites para esta situação específica.

OUVIDO HUMANO / CURVA "A"

Praticamente a totalidade dos ruídos são emitidos em várias frequências, entre 63 Hz. E 8 kHz. Entretanto o ouvido humano não é capaz de captar a mesma "quantidade" de sons em todas as frequências. Em resumo : Somos bastante "surdos" em baixas frequências, ouvimos bem as médias, e regular as altas.

Como o objetivo era fazer um equipamento que medisse o ruído, de uma forma semelhante à que nosso ouvido escuta, não haveria sentido marcar 100, se apenas ouvíamos 70.

Esta é uma forma bastante simples de explicar a existência da Curva "A", pela qual medimos o "dB(A)" que é a unidade adotada pela ABNT para medição de ruído.

RUÍDO NAS TORRES

Voltando ao foco de nossa discussão, vemos que dizer que uma “torre é silenciosa”, não significa absolutamente nada, já que não quantifica o problema. O correto seria informar quantos dB(A) , e a qual distância, uma determinada torre provoca de ruído.

A maior parte do ruído provocado em uma torre, tem sua origem no ventilador. Outros ruídos, como a própria queda d’água, somente será importante se a diferença entre ruídos for menor que 10 dB(A), já que neste caso existiria a somatória logarítmica dos mesmos.

Observem também, que a distância é um grande atenuador de ruído. Normalmente, cada vez que a distância de medição dobra, o ruído se reduz em 6 dB., o que em acústica é um valor importante.

Já que a distância é um grande aliado, devemos considerar qual é a distância mínima que uma pessoa poderia estar da fonte de ruído, para analisar se determinada torre pode ou não ser aplicada. Por exemplo: se a menor distância que uma pessoa (normalmente o vizinho...) pode ficar da torre é de 5,0 metros, para que vamos analisar o ruído provocado a 1,5 m.??

ATENUAÇÃO DO RUÍDO.

Como não existe nenhuma torre com ruído “zero”, e a legislação a respeito da matéria cada dia está mais restritiva, quais os passos que devemos considerar para solução do problema ?

O primeiro passo é termos em mãos o nível sonoro da torre, a uma determinada distância, e o nível sonoro permitido no local. Nível sonoro “standard” não serve para cálculo.

Em seguida, verificar a menor distância que um ouvinte pode ficar da torre, fazer as devidas correções e utilizar as atenuações gratuitas (distância, lay-out, etc.).

Verificar as alternativas de ventiladores de torres. Considerar também, que em selecionamentos especiais podemos reduzir a rotação, e conseqüentemente a vazão dos ventiladores, para diminuir o ruído. Muito cuidado com este selecionamento, já que a diminuição de vazão, implica normalmente em aumento de área de contato do enchimento nas torres. Normalmente as torres equipadas com ventiladores axiais fazem mais ruído que as equipadas com ventiladores centrífugos.

Caso nenhuma das alternativas acima se mostre adequada, devemos prever atenuadores de ruído instalados na entrada e saída do ar.

MONITRON LTDA.

Fone: +55 11 3733.2772 – 3733.3731

E-mail: monitron@monitron.com.br