

Torre d'água de Sant'Anna *

J. M. Toledo Malta e Antonio Luiz Ippolito

Eng.º Chefe

Eng.º Ajudante

da 3.ª S. T.

D — DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DO FUSTE

1.º — Dimensionamento dos pilares

a) Discussão

Visto serem muito elevadas as cargas axiais que atúam sobre os pilares e com o intuito de evitar dimensões muito exageradas num espaço relativamente exíguo, resolvemos adotar pilares percintados, de secção octogonal. Como, além das cargas axiais existem momentos, que também são elevados, e devendo, portanto, empregar as fórmulas de presso-flexão, não é possível efetuar-se o dimensionamento

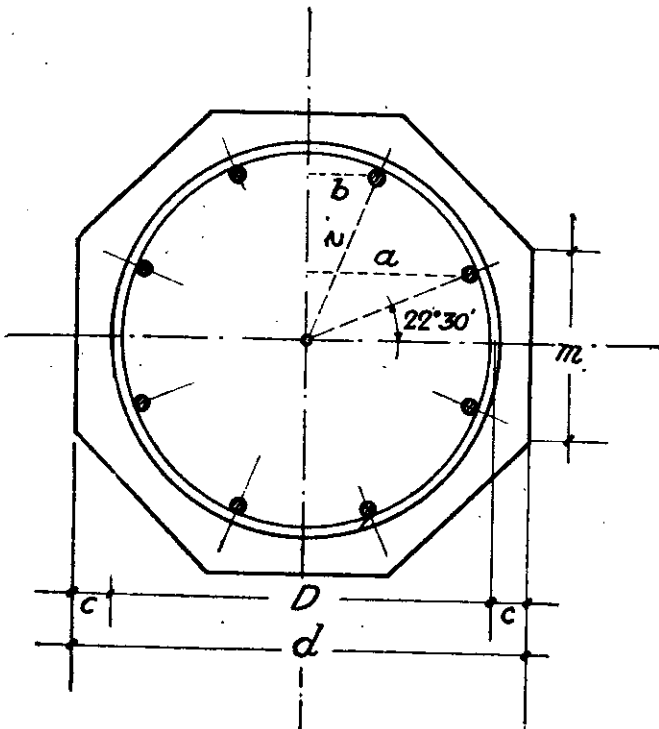


Fig. n.º 34

* Conclusão do artigo iniciado no número 12.

Pode ser necessario empregar de 3 a 30 p. p. m; geralmente o emprego de 8 a 10 p. p. m. produzirá uma notavel redução no mau cheiro.

Em alguns logares o mau cheiro é percebido somente á noite. Em tais condições a cloração pode ser necessária somente durante uma parte do dia.

Libertado o enxofre, o cloro combinará com ele para reduzir ou evitar o mau cheiro, porém a quantidade de cloro necessária é consideravel e tal processo quasi sempre é anti-econômico.

O mau cheiro dos filtros percoladores, em alguns casos, tem sido reduzido com 3 a 6 p. p. m. de cloro.

Redução do BOD.- Quando é aplicado cloro suficiente ao esgôto, de maneira que haja um residuo de 0,2 a 0,5 p. p. m., ha uma redução no BOD de 5 dias. Esta redução depende, de maneira consideravel, é, si das características do esgôto, porém calculada de 15 a 25 por cento. Isto uma amostra de esgôto tem um BOD de 85, póde-se esperar que a cloração provoque uma redução para 70 aproximadamente, ou talvez mais. Cada parte por milhão de cloro absorvido reduzirá de cerca de 2 p. p. m. a demanda de oxigênio. Aparentemente esta redução do BOD pela cloração é permanente.

Coagulação. — O cloro é usado com sulfato ferroso (coparrosa) no tratamento químico, para formar a coparrosa clorada, que é um coagulante eficiente. É tambem usado o coagulante desejado em conjunto com sulfato ferroso e cal para fornecer o oxigênio necessario á transformação do hidróxido ferroso em hidróxido férrico.

Como o cloro é usado. — O cloro é empregado primeiramente em fórmula de cloro líquido. Cl, e, tambem nas estações menores, com hipocloreto de calcio. O cloro liquido tem 100 % de cloro utilizavel. O cloro é um gaz; tórna-se liquido sob pressão e nessa fórmula é transportado em cilindros de aço. A pressão varia com a temperatura de 40 a 150 libras, sendo maior em altas temperaturas. A 70° F tem cerca de 85 libras por polegada quadrada. O cilindro usado nas pequenas instalações contém 100 a 150 libras de cloro; ha cilindros maiores.

As soluções de hipocloreto de calcio são preparadas com o cloro de calcio e cal clorada, que é feita pela saturação do cal com cloro.

Existem dois tipos de hipocloreto de calcio. O standard que contém 25% a 35% de cloro util e perde rapidamente a força (isto é cloro util) quando exposto ao ar. Quando guardado em recipientes fechados, o cloro perde-se mais devagar, mais ou menos 1% por mez.

A outra fórmula é mais estavel e contém um teor de cloro mais elevado. H T H (High Test Hipo) e percloron contém cerca de 70% de cloro util.

Aplicação do cloro líquido.- O cloro líquido é aplicado por meio de uma máquina cuja função é retirar o cloro do cilindro, medí-lo e

aplicá-lo no esgôto na proporção desejada.

A aplicação pôde ser feita de dois modos: como gaz ou misturada com água para formar uma solução, que é então adicionada ao esgôto.

O aparelho para aplicar a solução é usado quasi exclusivamente no tratamento do esgôto. Deve haver água disponível a certa pressão para fazer funcionar a máquina, dependendo a quantidade de água do tamanho do clorador e da quantidade de cloro aplicado.

Operação de um clorador.- Para uma boa operação a dependência na qual o clorador é conservado deve estar acima de 50° F. Portanto o clorador não deve ser colocado em uma parede externa, porém deve ficar em um lugar mais quente que o cilindro ou tubo que liga o cilindro ao clorador. Pôde ser usado um radiador, um pequeno aquecedor ou um aquecedor elétrico. A cabine do clorador deve ser isolada ou bem protegida.

Quando o frio não é muito, intenso uma lampada elétrica ou lanterna acêsa é o suficiente para fornecer o calor necessario.

Os cilindros de cloro devem ser mantidos sobre balanças e o peso deve ser lido diariamente para conferir a quantidade de cloro gasto; ou, no caso de estações muito pequenas, a balança pode ser lida semanalmente.

A descarga máxima de um cilindro de 100 a 150 libras a 70° F é aproximadamente de 35 libras por 24 horas. Devido á mudança de líquido para gaz, haverá uma queda excessiva de temperatura e, si usada diariamente uma quantidade superior a 35 libras, devem ser ligados dois ou mais cilindros.

Deve haver á mão uma reserva de provisão de cloro, como também duplicata de peças, como válvulas, etc. O operador, porém, não deve procurar fazer reparos de importancia.

Quando possível, deve-se ter á mão um clorador em duplicata para possiveis emergências.

O escapamento do cloro é naturalmente perigoso, o gaz é irritante para os pulmões e provoca tosse violenta. Uma concentração de uma parte de cloro em 100.000 pôde ser notada; uma parte para 50.000 partes de ar produz mau estar; e uma parte em 1000 partes de ar produz a morte depois de 5 minutos.

O escapamento pode ser localizado por meio de uma garrafa de amônia aberta. As válvulas, ligações e outras partes por onde o cloro possa escapar são experimentadas com a garrafa de amônia.

Quando o cloro se combina com a amônia, produz-se uma fumaça branca de cloreto de amônia.

Em casos de escapamentos é conveniente ter-se á mão máscara especial contra gazes. Sendo o cloro mais pesado que o ar, convém haver uma ventilação no soalho ou perto dele.

As partes metálicas do aparelho ou outras superficies metálicas podem tornar-se corroidas. Para evitar isso, deve-se pintar com uma

camada de gasolina e vaselina. A gasolina evapora e deixa uma leve camada de vaselina que é uma proteção suficiente.

Cloração com hipocloreto de calcio.— Desde que não se possa obter uma cloração eficiente com a adição da substancia sêca, deve-se fazer uma solução e adicioná-la ao esgôto. Ha diversos alimentadores (feeders) excelentes para este fim.

É mais facil adicionar uma solução fraca, usando-se grande quantidade, do que aplicar pequena quantidade de uma solução concentrada. Por exemplo, para fazer uma solução com $\frac{1}{2}\%$ de cloro, usando 100 galões de água que pesam 834 libras: cloro necessario $\frac{1}{2}\%$ de 834=417 libras. Si a substancia tem um teôr de cloro de 25%, que é aproximadamente a média, $417 \times 4 = 16.68$ libras de hipocloreto serão necessárias para 100 galões de solução.

Quando usado HTH (High Test Hipo) ou Percloron com um teôr de cloro de 70%, $4.17 - 0.70 = 6$ libras de substancia quimica serão necessárias para 100 galões de água.

A solução de hipocloreto pode ser adquirida pronta para o uso, porém é usualmente mais barato prepará-la. Para fazer isto é preciso um tanque com pás movidas a motor.

O hipocloreto é adicionado á agua, sendo preferivel fazer-se uma pasta para depois adicionar.

Depois de misturar 15 a 30 minutos, deve-se deixar a solução repousar durante 1 hora, para dar tempo a que as partículas de cal decantem.

As soluções perdem a força em repouso, mesmo em lugares frios e escuros e portanto devem ser usadas imediatamente.

Cálculo das dosagens. — Quando se usa cloro líquido, obtém-se o número de libras de cloro a ser empregado diariamente, multiplicando-se a dosagem em partes por milhão, pelo número de milhões de galões por dia e por 8.33. Por exemplo, para tratar 2 mgd com 6 ppm de cloro, $6 \times 2 \times 8.33 = 100$ libras por dia.

Si se quiser variar a quantidade de cloro de hora em hora, o número de galões por hora \times a dosagem em partes por milhão \times 8.33, indica o número de libras por hora. Por exemplo, com uma dosagem de 8 ppm, uma vazão de 300.000 galões por hora, serão precisas por hora $8 \times 0,3 \times 8,33 = 20$ libras.

A maioria dos reguladores dos cloradores dão leitura em libras por 24 horas. Para uma gradação exata, multiplica-se a vazão horária por 24. No caso acima, a vazão por 24 horas será $20 \times 24 = 480$.

Dosagens com hipocloreto. — Para clorar 70.000 galões de esgôto por dia, usando-se uma dosagem de 5 p.p.m., com HTH ou Percloron, 70.000 galões de esgotos pesam 583.000 libras ou 0.583 milhões de libras.

Com uma dosagem de 5 ppm., a quantidade de cloro necessário é $0,583 \times 5 = 2,9$ libras. O HTH ou Percloron tem 70% de cloro

útil e a quantidade necessária é $\frac{2,9}{0,7} = 4,2$ libras. Si for usada uma solução a 1%, serão necessárias $2,9 \times 100 = 290$ libras de água, ou cerca de 35 galões, nos quais devem ser misturadas 4,2 libras de substancia química.

Registro de operação. — Os registros de aplicação do cloro devem acusar: 1)- o volume do esgoto clorado diariamente; 2)- a porcentagem de cloro aplicado; 3)- o cloro residual existente, que deve ser determinado diariamente ás mesmas horas; 4)- o peso dos recipientes de cloro, diariamente ás mesmas horas; 5)- cilindros novos colocados na balança e seus pesos.

Secagem da lama

Filtros de vácuo — Os filtros de vácuo são usados para secagem rápida da lama. São apropriados para lamas frescas ou digeridas, retiradas depois de um tratamento primário ou secundário. As lamas com 85 a 98% de humidade sêcam rapidamente, produzindo tortas com 65 a 75% de humidade

Ha duas marcas de filtros de vácuo rotativos com geral aceitação para secagem da lama de esgoto: — o filtro de vácuo rotativo Conkey, feito pela Filtration Equipment Corporation, e o filtro Oliver, feito pela Oliver Limited Filters.

Uma instalação de filtro de vácuo compõe-se de uma bomba de lama ou elevador de conchas alimentadores, quimicos, tanques de condicionamento da lama, filtro de vácuo, passagem para a humidade, bomba de vácuo, blower, transportador da torta. A filtragem é feita através de um tecido colocado sobre um tambor rotativo em um taque de lama. A lama sêca é retirada por meio de raspadores para o transportador.

A lama deve ser condicionada para secagem por meio de substancias quimica-s. Estas são cloreto férrico e cal ou cloreto férrico somente, dependendo do característico da lama a ser sêca.

A lama fresca decantada e a lama precipitada quimicamente são melhor condicionadas com cal ou cloreto férrico. A lama ativada e a lama digerida são geralmente condicionadas com cloreto de ferro sómente.

Quando a lama é convenientemente condicionada obtém-se um rendimento de 5 a 8 libras de corpos sólidos por pé quadrado de filtro por hora, secando-se lamas simplesmente decantadas e quimicamente precipitadas frescas ou digeridas. O condicionamento quimico necessário para uma operação mais eficiente e mais econômica de tais lamas requer uma média de 2% de cloreto férrico e 10% de cal, figurada como uma porcentagem de corpos sólidos na lama.

A humidade da torta do filtro de vácuo varia de 65% a 70%.

A lama ativada, misturada com a lama simplesmente decantada, requer cerca de 5% de cloreto de ferro e produz cerca de 3 libras de corpos sólidos por pé quadrado por hora. A lama ativada sem mis-

tura produz cerca de 1 libra de sólidos secos por pé quadrado por hora, e a torta contém 80 a 85% de humidade. Em cada caso o operador deve determinar por tentativa a dose química mais conveniente para a lama com que está trabalhando.

Enquanto os leitos de secagem de areia requerem 1/2 a 2 pé-quadrados per capita, 1 pé quadrado de área de filtro de vácuo é suficiente para uma população de 160 pessoas no caso de lama fresca ativada, e de 1280 pessoas no de lama digerida.

Outros tipos de lama ficam entre esses dois limites.

Os filtros de vácuo são operados usualmente durante o expediente diurno, com 6 horas de serviço, uma hora para o início e uma hora para limpeza. Onde o filtro de vácuo precede o incinerador, as suas operações devem ser coordenadas para satisfazer ás exigencias do incinerador.

Afim de se obter uma torta satisfatória é necessario que a lama seja condicionada, de outra fórma o pano do filtro ficará impermeavel e a produção de torta será muito pequena. Afim de garantir bom condicionamento da lama, é melhor, no começo da filtração, aumentar a dose de substancia química cerca de 50 % acima do normal por meia hora mais ou menos e depois reduzir a dosagem gradualmente para a quantidade normal, até ser obtida uma torta conveniente. Quando se obtém a dosagem apropriada, a torta se desprenderá perfeitamente do filtro sem precisar ser batida.

O pano do filtro deve ser lavado com água, diariamente, abrindo-se jactos de água e as válvulas dos drenos.

Quando o pano se torna impermeavel é mais econômico instalar um pano novo que usar o velho. Em condições normais os panos podem trabalhar de 6 a 10 semanas sem trocar. É também importante inspeccionar as caixas de graxa e depósitos de óleo ao menos uma vez por dia.

Para condicionamento alcalino, isto é, quando são usados cloreto férrico e cal, podem ser empregados panos de algodão, enquanto que, si fôr empregado somente o cloreto férrico para o condicionamento é necessario empregar-se um pano de lã. O filtro deve ser projetado para resistir á ação do cloreto férrico, onde este tipo de condicionamento é usado, e o fabricante recomendará tipo correto de construção do filtro para o uso indicado.

Antes de iniciar a operação de um filtro de vácuo, o operador deve obter instruções completas do fabricante sobre dosagens químicas, operação mecânica e conservação.

Secagem por centrifugação. — As máquinas centrifugas são usadas como uma alternativa dos leitos de secagem. As vantagens proporcionadas pelo uso das máquinas centrifugas são, de acôrdo com a «American Centrifugal Corporation», as seguintes: Economia no custo da área de terreno e nas custosas instalações de drenagem; economia de tempo de secagem, pois a centrifugação é feita no mesmo dia em que a lama é concentrada. Não ha mau cheiro, eliminando, portanto, as queixas

dos proprietários vizinhos. As lamas com 90-95% de humidade ficam reduzidas a 70-50%, dependendo do tipo e da qualidade das lamas. As despesas de operação são menores que as dos leitos de secagem; não é necessario o condicionamento quimico. E, quando necessario, a gordura pode ser separada rapidamente das lamas pela centrifugação.

Pre-Aeração

A pre-aeração satisfaz a diversos objetivos. Foi de início ideada para separar a gordura do esgôto, posteriormente escumada dos tanques de sedimentação. Evita também o mau cheiro por manter o esgôto fresco. Uma terceira função, talvez a mais importante, consiste no melhoramento da sedimentação. Esta é devida a uma flocculação dos sólidos, que em geral aumenta sua eficiência, no mínimo 25%, na remoção dos sólidos em suspensão.

O tanque da pre-aeração é usualmente um simples tanque de planta retangular, de cerca de 12 a 14 pés de profundidade e um pouco mais largo, com periodo de retenção de 5 a 15 minutos. Nas pequenas estações são usados periodos de retenção maiores para evitar uma circulação pequena. Os difusores podem ser instalados de um lado, ao longo da linha central ou em diversas fileiras transversais á linha central do tanque. Em todos os casos são instalados no fundo do tanque, para dar o máximo turbilhonamento do ar através do esgoto.

Normalmente é preciso cerca de 0,05 pés cubicôs de ar por galão de esgôto tratado, que pôde ser fornecido por "blowers" rotativos com filtro de ar na entrada.

O equipamento total necessario custará menos de 300 dolares por m. g. d. de capacidade.

Fatores Gerais

Segurança na estação de tratamento. — Já foram mencionadas algumas precauções a serem tomadas a respeito do cloro liquido. O envenenamento pelo gaz e as explosões são outros perigos.

O gaz produzido pelos digestores de lama é explosivo quando misturado no minimo 5 e no máximo 19 vezes o volume de ar. Portanto, é perigoso fumar ou levar uma chama nas proximidades do digestor. Nos poços de bombas ou outros lugares fechados e cobertos também se acumula o gaz explosivo, devendo tomar-se precaução para evitar explosões na ocasião de entrar neles.

O gaz acumulado também pôde ser fatal para quem o respira. Portanto os poços ou tanques cobertos devem ser bem ventilados pela introdução de ar antes de se entrar; os que entrarem no interior devem amarrar uma corda na cintura, ficando um assistente do lado de fóra segurando a outra extremidade da corda e pronto para socorrer.

Uma máscara de gaz deve fazer parte do equipamento de toda a estação. Deve-se verificar si a máscara protege contra o cloro e o

monóxido de carbono também. As máscaras especiais de gaz são uteis para proteção somente contra poucos gazes. Portanto, uma máscara indicada para servir contra amônia não terá valor algum contra o cloro.

É conveniente proteger os tanques por meio de grades para evitar que os empregados ou visitantes cáiam dentro deles. As engrenagens e outras peças móveis devem ser abrigadas ou protegidas.

Generalidades. — Deve-se conservar uma coleção de cópias com os detalhes da estação. Alguns desenhos devem ser colocados num quadro e dependurados nas paredes, não tanto para decoração como para uma consulta rápida e para conservação. Os desenhos manuseados constantemente se estragam. A instalação de bombas encanamentos e outros detalhes que precisam ser consultados com maior frequência podem ser conservados sob um vidro.

Deve-se conservar uma cópia do relatório mensal e estudá-lo de vez em quando. Familiarisar-se com o que tem sido feito e com os resultados obtidos é de grande valor em uma operação eficiente.

Deve-se sempre anotar os resultados, pois a memória às vezes falha. As experiencias devem ser registradas em um livro, assim como os resultados menos vulgares

Deve haver uma pequena biblioteca em toda a estação, que deve incluir o "Standard Methods" e, no mínimo, alguns livros mais modernos sobre o tratamento de esgôtos; também deve haver alguns dos inúmeros e excelentes boletins e revistas publicadas pelos fabricantes que exploram este campo experimental.