

TUBULAÇÕES PARA TROCADOR DE CALOR DE UMAUSINA DE DESTILAÇÃO DE ALCATRÃO (1)Autores:

- Eduardo de Siqueira Campos Júnior (2)
Oswaldo Yassushi Matsuo (3)
Oswaldo Mariano Júnior (4)

R E S U M O

Discute-se a solução adotada e os resultados operacionais obtidos com a substituição das tubulações originais importadas de um trocador de calor da usina de destilação de alcatrão na COSIPA. As peças originais, com aproximadamente onze anos de serviço, fabricadas em ferro fundido cinzento, vinham sendo retiradas devido a problemas de entupimento, deformação excessiva e até mesmo de ruptura, sem reposição dos trechos afetados diante da inexistência de sobressalentes de características semelhantes no mercado nacional. A substituição por tubulações em aço refratário centrifugado, de fabricação nacional, possibilitou dar continuidade de operação à usina; evitou-se, assim, os vultuosos prejuízos decorrentes de uma parada inevitável de uma unidade de produção e o desperdício de alcatrão, subproduto aqui destinado à produção de piche e demais derivados.

-
- (1) Contribuição Técnica à COMANT para ser apresentada no Seminário Sobre Manutenção, junho de 1981 - Volta Redonda (RJ).
- (2) Engenheiro de Desenvolvimento da Gerência de Engenharia de Manutenção da COSIPA.
- (3) Coordenador da Gerência da Coqueria da COSIPA.
- (4) Supervisor da Gerência da Coqueria da COSIPA.

1 - INTRODUÇÃO

Na COSIPA é utilizado o processo Wilton, esquematizado na fig. 1, para a destilação do alcatrão. Basicamente ⁽¹⁾, consiste no bombeamento constante de piche aquecido em um circuito fechado entre a serpentina do trocador ("pipe-still") e a coluna de destilação. Um certo volume de alcatrão bruto pré-aquecido alimenta a coluna de destilação onde entra em contato líquido-líquido com o piche aquecido. A composição típica do alcatrão bruto é indicada à Tabela I. Este alcatrão entra na coluna de destilação com temperatura na faixa entre 140 e 185°C, dependendo do volume de alimentação e do teor de água. Em seguida é levado, através do contato direto com piche em torno de 350°C, a um volume quatro ou cinco vezes superior ao seu, resultando, desta maneira, na destilação de seus compostos voláteis. Em consequência, o piche é resfriado até 280-290°C para, então, ser bombeado através do "pipe-still" onde é aquecido a uma temperatura em torno de 350°C. Os constituintes do piche do alcatrão permanecem no mesmo recirculando através do "pipe-still", sendo que uma quantidade equivalente de piche é sempre retirada das colunas de destilação como produto.

Tabela I

Composição Volumétrica do Alcatrão Bruta	
3 a 8%	Água amoniacal
0,5 a 3%	Óleos leves (benzeno, tolueno, naftaleno, nafta solvente) destilando até 170°C.
0 a 10%	Óleo médio (fenol, cresol, naftaleno) destilando entre 170 a 230°C.
7 a 10%	Óleo pesado (metil, dimetil, naftaleno, creosoto) destilando entre 230 a 275°C.
8 a 20%	Óleo antracênico (fenantreno, antraceno) destilando entre 270 e 350°C.
60 a 80%	Piche (óleo pesado, carbono).

O trocador de calor é projetado para utilizar a recirculação de gases de modo que o piche seja totalmente aquecido por convecção. O sistema consiste essencialmente de tubulações em forma de serpentina colocadas no lado oposto da câmara de combustão (figuras 2 e 3). O piche, proveniente da coluna de destilação, é bombeado através do "pipe-still" pela bomba de recirculação T e é controlado por válvula apro

priada. A pressão no circuito é medida na entrada do "pipe-still". O piche em recirculação passa pelo interior dos tubos agrupados em contra-corrente com os gases quentes do forno e, após passar pelas fileiras de tubos situados na câmara de convecção, retorna para a parte superior da coluna de destilação F. O combustível utilizado (gás de alto forno) é queimado uniformemente em quatro queimadores especiais situados na entrada da câmara de combustão. Os gases são succionados para o topo da câmara de convecção, passando daí para a base. Independentes destes queimadores, existem dois outros, pilotos, que queimam gás de coqueria e que ardem continuamente durante a operação da usina de alcatrão. O fluxo de piche no circuito pode ser observado mediante leitura das grandezas indicadas: pressão, temperatura, etc..

CICLO DE TRABALHO TÍPICO DO "PIPE-STILL"

a) Etapa de aquecimento: bastante lento inicialmente ($5^{\circ}\text{C}/\text{h}$), é obtido à custa da queima de gás de coqueria (pilotos) com o objetivo de promover a desidratação do sistema. Atingida a temperatura de 100°C , são ligados os queimadores de gás de alto forno e se injeta ar quente na tubulação a fim de se promover uma secagem completa. Injeta-se a seguir alcatrão aquecido a 60°C , sendo a temperatura elevada até cerca de 180°C à uma taxa de $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$. Neste instante, liga-se a bomba de recirculação T e são feitas injeções sucessivas de alcatrão superaquecido com vapor. Atingidos os 300°C , aumenta-se a velocidade de aquecimento para cerca de $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$. O aquecimento do alcatrão no "pipe-still" até a temperatura normal de operação é obtido em aproximadamente trinta horas.

b) Operação propriamente dita: dependendo do tipo de piche a ser produzido, o fluido na saída do "pipe-still" é mantido à temperatura de 320°C (piche tipo A) ou $360 - 380^{\circ}\text{C}$ (piche tipo eletrodo). O "pipe still" opera continuamente durante três à quatro meses.

c) Etapa de resfriamento: reduzida a quantidade de gás de alto forno queimada nos maçaricos, é feita a drenagem do sistema. Retirado o piche, injeta-se o alcatrão não superaquecido e, retirado o alcatrão, injeta-se vapor a 140°C e $34 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ para limpeza. O resfriamento total do sistema até a temperatura ambiente é atingido em aproximadamente 25 horas.

Durante a operação normal do sistema (pipe-still) são registradas as temperaturas indicadas na Tabela II.

Tabela II

Pipe-Still	Piche (°C)	Gases (°C)	Parede do tubo (°C) *
Entrada	250-280	380-400	340
Saída	320/360-380	760-800	590

* valores estimados

Interessa ainda destacar, no que diz respeito às condições de trabalho do "pipe-still", que o alcatrão bruto, nas condições normais de operação, não entra em contato direto com os tubos da serpentina. Dispensa-se, pois, a necessidade de se proceder a uma desidratação prévia do alcatrão antes da destilação dos óleos voláteis. Assim, o vapor de água contendo amônia e os produtos de dissolução de cloreto de amônia, normalmente corrosivos, passam através da coluna de fracionamento e desta para o condensador, sem entrar em contato com a serpentina. Por outro lado, não entrando em contato direto com os tubos do "pipe still", o alcatrão bruto não fica sujeito diretamente à condição de craqueamento térmico porquanto não existe vaporização substancial na serpentina. É possível, então, operar-se com baixa pressão, produzindo-se velocidades baixas para o escoamento do fluido no interior dos tubos e linhas de transferência, com um perigo mínimo de erosão. Esta erosão, bastante comum em outros processos de destilação, decorre do arraste mecânico de uma certa quantidade de insolúveis (10 a 12% em peso de partículas finas e abrasivas) no piche.

No caso da COSIPA, a existência de insolúveis tem acarretado outra espécie de problema. Devido à baixa velocidade e temperaturas relativamente elevadas, principalmente no caso de produção de piche tipo eletrodo, a grande quantidade de partículas insolúveis presentes acaba por provocar entupimento da tubulação. Estas partículas depositam-se sobre as paredes internas da serpentina e ali sofrem um processo de queima que conduz à formação de uma crosta extremamente dura e de remoção relativamente difícil. Isto exige intervenções frequentes para inspeções e substituição dos tubos obstruídos de forma a assegurar o funcionamento normal.

2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO DAS TUBULAÇÕES ORIGINAIS

As tubulações originais foram executadas a partir de ferro fundido do cinzento ASTM A 319/53, classe III, tipo B, de composição indicada

à Tabela III. Têm como dimensões diâmetro externo de 124 mm, espessura de parede de 10 mm e comprimentos de 4 640 e 5 513 mm.

Tabela III

%C	%Si	%P máx.	%S máx.	%Cr
2,8-3,2	1,2-2,7 (C-2,8) 0,6-1,8 (C-3,2)	0,60	0,12	0,41-0,65

O material originalmente empregado é adequado para peças expostas à temperaturas de até 700°C em condições não pressurizadas. A classe III representa, dentro da especificação ASTM A 319, aquela de maior resistência mecânica, podendo ser esperados limites de resistência à tração tão elevados quanto 28 Kgf/mm². O cromo, adicionado à liga, tem por objetivo melhorar a estabilização dos carbonetos e, conseqüentemente, aumentar a resistência ao fenômeno do inchamento, fenômeno a que estão sujeitas as peças de ferro fundido submetidas à temperaturas superiores a 480°C. Os ferros fundidos cinzentos com teores de cromo entre 0,5 e 2,0% são comumente empregados em serviços na faixa de temperaturas compreendidas entre 480 e 760°C.

Quanto à resistência à oxidação, devemos considerar o efeito benéfico da aderência da carepa formada à peça até temperaturas tão elevadas quanto 800°C e que impede o livre acesso da atmosfera oxidante ao metal propriamente dito. Para a faixa de temperaturas entre 400 e 700°C a oxidação da matriz ocorrerá de preferência à grafite. Em temperaturas superiores não existe equilíbrio entre o carbono e o óxido de ferro, sendo o óxido formado às temperaturas mais baixas reduzido pela grafite com a formação de uma camada de ferrita ao redor dos veios. Basicamente, a resistência à oxidação dependerá da aderência da carepa e, no caso de atmosferas de produtos de combustão, o emprego de atmosferas mais redutoras. A presença de uma atmosfera mais rica em vapor de água e dióxido de carbono responde por uma oxidação mais acentuada. O cromo, para teores de 0,5 a 2,0%, não afeta a quantidade de material oxidado de maneira apreciável com relação a um ferro fundido não ligado.

Quanto às propriedades mecânicas desta classe de ferro fundido e ao efeito da temperatura, não se dispõe de dados precisos. Teoricamente, para uma densidade do alcatrão de 1,17 g/cm³ à temperatura ambiente, calculou-se uma tensão máxima de tração de 2,5 Kgf/mm². Na prática tal valor deve ser um pouco inferior em virtude da menor densidade

Inspeções periódicas dos tubos instalados gradativamente, num total de 50 peças, a partir de dezembro de 1978, têm mostrado um bom desempenho. Não foram verificadas falhas de ordem mecânica na estrutura do "pipe-still". Tal comportamento resulta principalmente da melhor resistência à fluência do aço centrifugado, assim como, da boa qualidade do acabamento interno dos tubos.

Após dois anos de funcionamento normal, observou-se a formação de incrustações na porção central dos tubos localizados na parte superior da serpentina. Estas incrustações, inerentes ao processo, provocaram obstrução do sistema devido ao desprendimento desse material das paredes internas dos tubos. A causa da avaria foi atribuída a uma má distribuição de calor dentro do "pipe-still". O aquecimento excessivo da porção central dos tubos localizados na parte superior provocou uma dilatação térmica da parede de aço não acompanhada pela incrustação sólida. No momento estão sendo feitas tentativas no sentido de se desenvolver uma técnica adequada para a remoção periódica dessas incrustações.

AGRADECIMENTOS

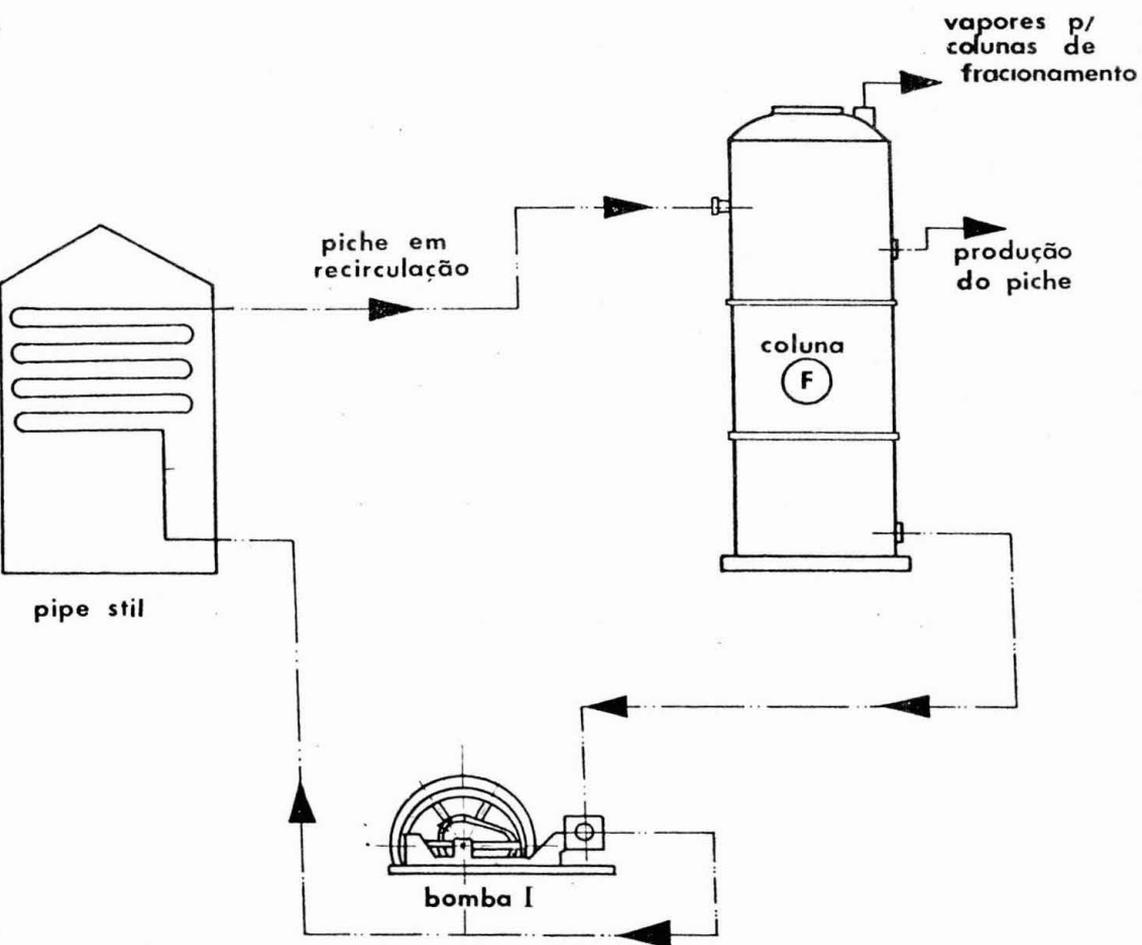
Os autores agradecem a colaboração dos demais companheiros da Gerência de Coqueria na realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- 01 - DEI/DCO/DAC COSIPA - Normas de Operação Padrão para a Usina de Alcatrão, Outubro/1973.
- 02 - H.T. Angus - Cast Iron: Physical and Engineering Properties Butterworths - 1976.

gtd-a/als.

fig.1 esquema do processo wilton



BOCAL P/ SERPENTINA
DE AQUECIMENTO

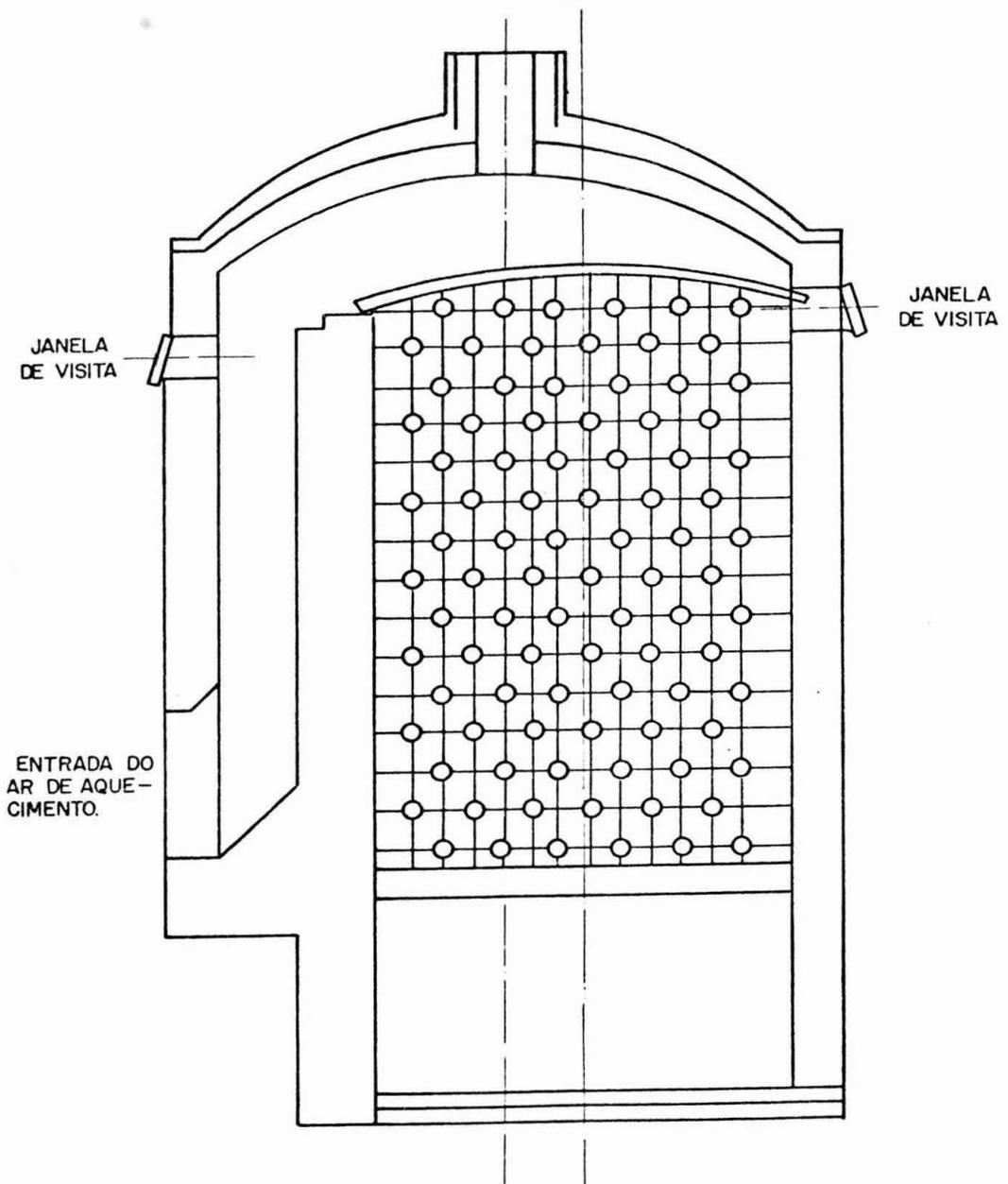


fig. 2

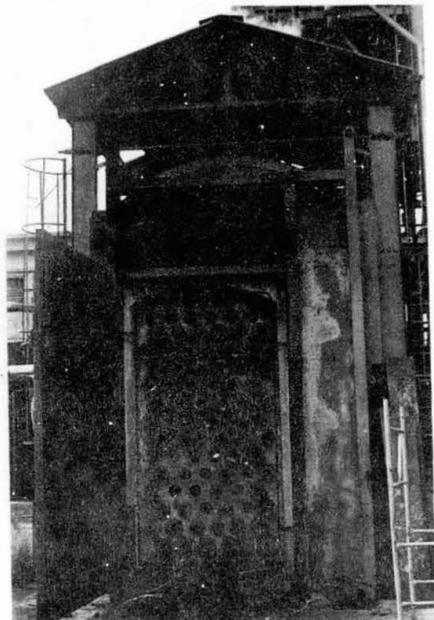


Figura 3

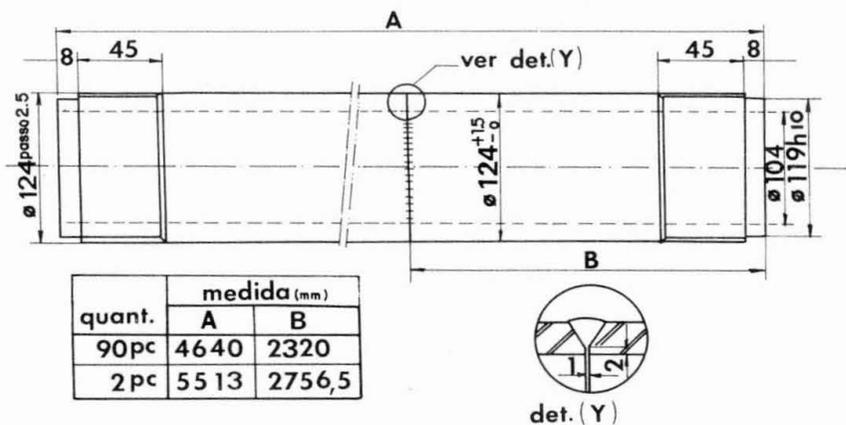


figura-4- esquema de soldagem