

PROJETO DE TROCADOR DE CALOR CASCO E TUBO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Esta Norma é a Revalidação da revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC
Comissão de Normas
Técnicas

SC - 02
Caldeiraria

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

PÁGINA EM BRANCO



Documents

Document Sharing Hub

PREFÁCIO

Esta Norma PETROBRAS N-466 REV. F AGO/98 é a Revalidação da Norma PETROBRAS N-466 REV. E MAI/91, não tendo sido alterado o seu conteúdo.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para o projeto mecânico e para o projeto de fabricação de trocador de calor tipo casco e tubo. Esta Norma complementa a norma PETROBRAS [N-253](#).

1.2 Para efeito desta Norma a designação “trocador de calor casco e tubo” abrange os trocadores de calor de modo geral, mais os aquecedores, resfriadores, refeedores e outros aparelhos de troca de calor com casco e feixe tubular.

1.3 Esta Norma se aplica a projetos de trocadores de calor iniciados a partir da data de sua edição .

1.4 Esta Norma contém somente Requisitos Mandatórios.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

PETROBRAS N-253	- Projeto de Vaso de Pressão;
PETROBRAS N-266	- Apresentação de Projeto de Vaso de Pressão;
PETROBRAS N-268	- Fabricação de Vaso de Pressão;
PETROBRAS N-1492	- Trocador de Calor - Folha de Dados;
PETROBRAS N-1557	- Trocador de Calor - Requisição de Material;
PETROBRAS N-2159	- Acessórios de Trocador de Calor;
ABNT NBR 6405	- Rugosidade das Superfícies;
API STD 660	- Shell-and-Tube Heat Exchangers for General Refinery Services;
ASME	- Boiler and Pressure Vessel Code - Seção VIII - Divisão 1;
BSI BS 5500	- Unfired Fusion Welded Pressure Vessels;
TEMA	- Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association.

3 CONDIÇÕES GERAIS

3.1 Requisitos Técnicos para Proposta e Projeto

Os requisitos técnicos para proposta e projeto de trocador de calor devem estar de acordo com a norma PETROBRAS [N-266](#).

3.2 Responsabilidade do Projetista

3.2.1 As responsabilidades do projetista são definidas na norma PETROBRAS [N-253](#).

3.2.2 Nos casos em que a PETROBRAS forneça Folha de Dados, ou desenhos básicos de arranjo e de dimensões gerais, o projeto mecânico deve estar inteiramente de acordo com esses dados. Quaisquer divergências ou alternativas propostas, só são escritas depois de expressamente aprovadas pela PETROBRAS.

3.3 Tipos de Trocador

3.3.1 Exceto quando expressamente especificado em contrário pela PETROBRAS, todos os trocadores de casco e feixe tubular devem obedecer a um dos tipos padronizados da norma TEMA.

3.3.2 Para qualquer trocador que não se enquadre exatamente em uma dos tipos padronizados acima referidos, deve ser preparado uma descrição e desenhos com detalhes completos.

3.4 Projeto Mecânico

3.4.1 O projeto mecânico dos trocadores de calor deve ser feito em estrita observância às normas e demais exigências da norma PETROBRAS [N-253](#).

3.4.2 O projeto deve também estar rigorosamente de acordo com a última edição da norma da TEMA. Como regra geral, deve ser seguida a “Seção R” desta Norma, permitindo-se o projeto de acordo com as Seções “B”/“C” apenas quando expressamente especificado ou aceito pela PETROBRAS.

4 CRITÉRIOS DE PROJETO

4.1 Pressão

4.1.1 A pressão de projeto deve ser determinada conforme a norma TEMA.

4.1.2 Exceto quando expressamente aceito pela PETROBRAS nenhuma parte do trocador pode ser projetada para pressão diferencial.

4.1.2.1 Quando o trocador for projetado para pressão diferencial deve ser previsto um sistema de segurança que garanta esta condição de projeto nos componentes solicitados simultaneamente pela pressão do lado do casco e do lado dos tubos.

4.1.2.2 Deve ser utilizada uma placa de advertência em trocador projetado para pressão diferencial.

4.2 Temperatura

4.2.1 A temperatura de projeto deve ser determinada pela norma TEMA.

4.2.2 A temperatura para determinação de tensão admissível, de parafusos, refojos, porcas e juntas deve ser a mesmas do receptivo flange. Para os flanges de ligação do carretel com o casco (ou do carretel com o espelho e o casco) a temperatura para determinação da tensão admissível, deve ser a maior temperatura entre o flange do casco e o flange do carretel.

4.2.3 No caso de trocadores com mais de um casco em série, devem ser estabelecidas temperaturas de projeto diferentes para cada casco, em função das temperaturas de operação de cada um. Esse critério não precisa ser observado quando as diferenças de temperatura entre os diversos cascos não resultar em materiais diferentes ou em diferentes tensões admissíveis.

4.3 Outros Critérios

4.3.1 No projeto mecânico dos trocadores que tenham mais de um casco ligados diretamente um ao outro, devem ser sempre levados em consideração as tensões adicionais devidas aos pesos e às tensões oriundas de dilatação diferencial entre os casco.

4.3.2 Os trocadores que forem iguais entre si ou de mesmo tipo, devem ter o maior número possível de peças intercambiáveis. Em particular devem ser previstos sempre que for economicamente possível, o feixe tubular e o anel de teste intercambiáveis com outros aparelhos.

5 MATERIAIS

5.1 Para todas as partes em contato com ambos os fluidos (ex. tubos, espelhos, tampo flutuante) a seleção do material deve ser baseada na corrosividade de ambos os fluidos e também nos seguintes critérios de temperatura:

- a) ambos os fluidos com temperatura mínima de projeto maior que 15°C: a temperatura para a seleção do material é baseada na temperatura do fluido mais quente;
- b) um dos fluidos com temperatura mínima de projeto igual ou menor que 15°C: a temperatura para a seleção do material é baseada na temperatura do fluido mais frio;
- c) a temperatura para a seleção do material é baseada na temperatura de projeto do componente determinada pela norma TEMA, quando aceito pela PETROBRAS.

5.2 O material dos tubos deve ser compatível com o material dos espelhos, não formando par galvânico.

5.3 Permite-se emprego de tubos bimetálicos, desde que aceitos pela PETROBRAS.

5.4 Para fluidos do casco eletricamente condutores, o material das chicanas, tirantes e espaçadores do feixe tubular deve ser compatível com o material dos tubos, para não formar per galvânico. Essas peças podem ser de materiais de qualidade comercial.

5.5 Os tubos de aço-carbono com costura (especificação ASTM A-214) quando usados para serviços corrosivos ou para temperaturas superiores a 200°C, devem ter, como requisito adicional, os seguintes ensaios:

- a) ensaio de conceptibilidade e corrosão localizada de tubos com costura;
- b) ensaio por “Eddy Current”.

5.6 A colocações de revestimentos anticorrosivos não metálicos no interior do casco só é admitida excepcionalmente, quando expressamente autorizado pela PETROBRAS.

5.7 Os espelhos só podem ter revestimento anticorrosivo (inclusive construção com chapa cladeada) do lado dos tubos, isto é, do lado onde é feita a mandrilagem ou a solda da extremidade dos tubos. O revestimento anticorrosivo pelo lado do casco não é permitido em nenhum caso.

5.8 Para os espelhos com revestimentos metálicos anticorrosivos admite-se, sem aprovação prévia de PETROBRAS, somente a construção em chapa cladeada (de acordo com as especificações ASTM A-263, A-264 ou A-265). Para qualquer outro tipo de revestimento é necessário a aprovação expressa da PETROBRAS em cada caso.

5.9 Nenhuma sobreespessura de corrosão deve ser adicionada a tubos e outras partes de metais não ferrosos, aços inoxidáveis e outros materiais de alta liga, a não ser quando especificado em contrário.

5.10 As sobreespessuras para corrosão não podem ser inferiores aos mínimos exigidos pela norma da TEMA.

5.11 A sobreespessura de corrosão especificada deve ser adicionada às faces fêmea (flanges macho e fêmea) e às ranhuras tipo lingüeta e ranhura.

5.12 Os parafusos, estojos e porcas internas (de tampo flutuante, por exemplo) devem ser de material seguramente resistente à corrosão pelo fluido do casco. Quando houver possibilidade de corrosão sob tensão nos parafusos, deve ser especificado controle de dureza, com tratamento térmico, se necessário.

6 CASCO E CARRETEL

6.1 As soldas do casco devem ser esmerilhadas do lado interno, para facilitar a retirada do feixe.

6.2 Quando há variação de espessura entre chapas do casco ou entre casco e tampo, as chapas devem ser alinhadas pela face interna.

6.3 Para os trocadores com carretel revestido, o tampo do carretel também deve ser revestido. O revestimento anticorrosivo deve se estender, obrigatoriamente, em todo o contorno dos rasgos de encaixe dos divisores de passe, e em toda área de assentamento de junta da vedação.

6.4 Sempre que houver algum revestimento anticorrosivo interno no casco ou o peso do feixe tubular for superior a 29,5 kN (3000 kgf), é necessário colocar barras de deslizamento para permitir a remoção do feixe tubular sem danificar o revestimento. Essas barras devem ser de material resistente à corrosão pelo fluido do casco.

7 FLANGES PRINCIPAIS

Considera-se como flanges principais (“girth flanges”) os flanges do carretel, do casco e do tampo do casco não pertencentes a bocais.

7.1 Tipos de Flanges Principais

Os flanges principais devem ser relacionados entre os tipos citados de 7.1.1 a 7.1.3.

7.1.1 Flange de Pescoço

O flange do tipo “de pescoço” (“welding neck”), de aço forjado, pode ser usado para qualquer classe de pressão e diâmetro.

7.1.2 Flange Sobreposto

O flange do tipo “sobreposto” (“slip-on”), de aço forjado, pode ser usado para as classes de pressão 150 e 300 e qualquer diâmetro. O flange tipo “sobreposto” não pode ser usado quando a espessura para corrosão for superior a 3 mm.

7.1.3 Flange Tipo “Anel”

Os flanges tipo “anel” (“ring type”), de aço forjado laminado a quente, sem costura, ou fabricados a partir de chapa ou de barra devem ser selecionados pela pressão de projeto conforme 7.1.3.1 e 7.1.3.2.

7.1.3.1 Para pressão de projeto até 2.000 kPa (290 psi) inclusive qualquer que seja a fabricação devem obedecer a uma das figuras 2-4 (7), (8), (8a), (9), (9a), (10), (10a) ou (11) do código ASME, Seção VIII, Divisão 1.

7.1.3.2 Para pressão de projeto acima de 2.000 kPa (290 Psi), qualquer que seja a fabricação, devem obedecer a uma das Figuras 2-4 (7) ou (11) do código ASME, Seção VIII, Divisão 1.

7.2 Cálculo dos Flanges

7.2.1 Os flanges de aço forjado que tenham todas as suas dimensões (inclusive círculo de furação, número e diâmetro dos parafusos), exatamente de acordo com a norma ANSI B.16.5 são aceitos para as pressões e temperaturas de trabalho até os limites estabelecidos nesta Norma, sem que sejam necessários cálculos especiais.