

Inspeção em Serviço de Trocadores de Calor

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: 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 pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: 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 pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por 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 seu aprimoramento, 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, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, 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 aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários."

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

Sumário

1	Escopo.....	4
2	Referências Normativas	4
3	Termos e Definições.....	5
4	Condições Gerais	6
4.1	Periodicidade de Inspeção.....	6
4.1.1	Inspeção Geral (Externa e Interna).....	6
4.1.2	Inspeção de Válvulas de Segurança (Pressure Safety Valves - PSVs).....	6
4.2	Preparação para Inspeção.....	6
4.3	Requisitos de Segurança e Ambientais	6
5	Condições Específicas	7
5.1	Roteiro de Inspeção Externa - Inspeção Visual.....	7
5.1.1	Pintura do Equipamento.....	7
5.1.2	Isolamento Térmico.....	7
5.1.3	Dispositivo de Aterramento	7
5.1.4	Casco	7
5.2	Roteiro de Inspeção Interna.....	7
5.2.1	Inspeção na Abertura do Trocador de Calor	8
5.2.2	Tubos (Após a Limpeza).....	8
5.2.3	Espelhos Fixo e Flutuante	8
5.2.4	Chicanas	8
5.2.5	Tirantes, Espaçadores, Anel Bipartido, Anel Espaçador e Quebra-Jato.....	8
5.2.6	Casco, Carretel e Tampas	9
6	Ensaio Não Destrutivo (ENDS).....	9
6.1	Medição de Espessura.....	9
6.2	Partículas Magnéticas.....	9
6.3	Ultrassom (US).....	9
6.4	Outros Ensaios.....	10
7	Reparos	10
8	Testes	10

8.1	Teste Hidrostático	10
8.2	Teste de Estanqueidade	11
9	Critérios de Aceitação	11
9.1	Espessura Mínima.....	11
9.1.1	Tubos	11
9.1.2	Casco, Carretel, Tampo e Conexões.....	11
9.2	Ensaio Não Destrutivo.....	11
9.3	Recalque	11
9.4	Pintura	11
9.5	Determinação da Quantidade de Filetes Roscados nas Conexões	11
9.6	Vida Remanescente.....	12
9.7	Teste Hidrostático	12
9.8	Quantidade Máxima de Tubos Plugueados.....	12
10	Registro de Resultados	12
Anexo A	- Equipamentos, Instrumentos e Materiais de Inspeção (Mínimo)	13
Anexo B	- Remoção de Tubos para Inspeção	14
B.1	Vida Remanescente do feixe	14
B.1.1	Dados históricos.....	14
B.1.2	Cálculo da Taxa de Corrosão dos Tubos	14
B.2	Remoção e Preparação de Tubos para Inspeção	14
B.2.1	Escolha dos Tubos	14
B.2.2	Preparação e Identificação dos Tubos	14
B.2.2.1	Remover amostras de, pelo menos, 3 regiões de cada tubo sacado: 2 nas extremidades e 1 no centro, com comprimento de aproximadamente 400 mm cada.....	14
B.2.2.2	Identificar as amostras com as seguintes informações:.....	14

Tabela

Tabela 1	- Espessura Mínima de Segurança	11
----------	---------------------------------------	----

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis e as práticas recomendadas para a inspeção em serviço de trocadores de calor não sujeitos à chama.

1.2 Esta Norma se aplica a trocadores de calor e condensadores de superfície não se aplicando a trocador de placas e “air coolers”.

1.3 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

Portaria nº 23, 27/12/94 - Norma Regulamentadora nº 13 ([NR-13](#)) - Caldeiras e Vasos de Pressão;

PETROBRAS [N-13](#) - Requisitos Técnicos para Serviços de Pintura;

PETROBRAS [N-269](#) - Montagem de Vaso de Pressão;

PETROBRAS [N-1593](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Estanqueidade;

PETROBRAS [N-1595](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Radiografia;

PETROBRAS [N-1596](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Líquido Penetrante;

PETROBRAS [N-1598](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Partículas Magnéticas;

PETROBRAS [N-1807](#) - Medição de Recalque de Fundações no Teste Hidrostático de Equipamentos;

PETROBRAS [N-2162](#) - Permissão para Trabalho;

PETROBRAS [N-2368](#) - Inspeção, Manutenção, Calibração e Teste de Válvulas de Segurança e/ou Alívio;

PETROBRAS [N-2472](#) - Ensaio Não Destrutivo - Termografia;

PETROBRAS [N-2484](#) - Ensaio Não-Destrutivo Metalografia de Campo;

PETROBRAS [N-2688](#) - Teste de Pressão em Serviços de Vasos de Pressão e Caldeiras;

ABENDI-[DC-001](#) - Qualificação, Certificação de Pessoal em Ensaos Não-Destrutivos e Inspeção;

ABENDI-[NA-001](#) - Qualificação, Certificação de Pessoal em Ensaos Não-Destrutivos e Inspeção;

ABNT [NBR 15824](#) - Ensaos Não Destrutivos - Ultrassom - Medição de Espessura;

ASME [B 1.1](#) - Unified Screw Threads;

[TEMA](#) - Exchange Manufacture Association.

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

trocadores de calor

equipamento tipo casco e tubo destinado a trocar calor entre 2 fluidos sem que estes se misturem

3.2

periodicidade de inspeção

maior intervalo permitido entre 2 inspeções sucessivas, em conformidade com o histórico das condições físicas do equipamento, a legislação vigente no país e a condição potencial de risco

3.3

plano de inspeção

documento que contém os procedimentos necessários à inspeção do equipamento

3.4

plugueamento de tubos

tamponamento de tubos pela inserção de plugues cônicos em suas extremidades, ficando os tubos sem função

3.5

espessura mínima dos tubos

menor espessura que os tubos devem ter para suportar a campanha prevista considerando a taxa de corrosão estimada

3.6

inspeção em serviço

inspeção realizada no equipamento em atividade, podendo ser externa ou geral.

3.7

inspeção externa

inspeção de todos os componentes que podem ser verificados com o trocador de calor em operação

3.8

inspeção geral

inspeções interna e externa de todos os componentes que podem ser verificados com o trocador de calor fora de operação

3.9

mandrilagem dos tubos

operação de expansão mecânica dos tubos na região dos espelhos a fim de promover a vedação entre o lado do casco e o lado dos tubos

3.10

profissional habilitado

conforme definido na Norma Regulamentadora nº 13 ([NR-13](#)).