

Projeto de Isolamento Térmico a Alta Temperatura

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.....	3
2	Referências Normativas	3
3	Termos e Definições.....	3
4	Condições Gerais	4
4.1	Critérios de Dimensionamento.....	4
4.2	Materiais.....	5
4.3	Equipamentos e Tubulações.....	5
5	Condições Específicas	7
5.1	Conservação de Energia.....	7
5.2	Proteção e/ou Conforto Pessoal	8
5.3	Estabilização de Fases de Processos Industriais.....	8
5.4	Manutenção de Fluidez de Produto em Tubulações	8
Anexo A	- Especificação de Espessuras para Materiais Isolantes	9

Figura

Figura 1	- Critério de Conservação de Energia (Espessura Econômica)	7
----------	--	---

Tabelas

Tabela 1	- Seleção do Material Isolante.....	6
Tabela A.1	- Silicato de Cálcio - Conservação de Energia (Espessura Econômica).....	9
Tabela A.2	- Silicato de Cálcio - Proteção Pessoal.....	10
Tabela A.3	- Perlita Expandida - Conservação de Energia (Espessura Econômica)	11
Tabela A.4	- Perlita Expandida - Proteção Pessoal	12
Tabela A.5	- Fibra Cerâmica - Conservação de Energia (Espessura Econômica).....	13
Tabela A.6	- Fibra Cerâmica - Proteção Pessoal.....	14
Tabela A.7	- Lã de Rocha - Conservação de Energia (Espessura Econômica)	15
Tabela A.8	- Lã de Rocha - Proteção Pessoal	16
Tabela A.9	- Aerogel - Conservação de Energia (Espessura Econômica)	17
Tabela A.10	- Aerogel - Proteção Pessoal.....	18

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para o projeto de isolamento térmico de tubulações, vasos de pressão, torres, trocadores de calor, caldeiras, tanques, bombas e turbinas operando a alta temperatura em instalações industriais.

1.2 Esta Norma se aplica na seleção de material e no dimensionamento de espessura de isolante térmico.

1.3 Esta Norma se aplica a projetos iniciados a partir da data de sua edição e também a instalações/equipamentos já existentes, quando da sua manutenção ou reforma.

1.4 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.

PETROBRAS [N-42](#) - Projeto de Sistema de Aquecimento Externo de Tubulação, Equipamento e Instrumentação, com vapor;

PETROBRAS [N-250](#) - Montagem de Isolamento Térmico a Alta Temperatura;

PETROBRAS [N-894](#) - Projeto de Isolamento Térmico a Baixa Temperatura;

PETROBRAS [N-1618](#) - Material para Isolamento Térmico;

PETROBRAS [N-1857](#) - Sistema de Aquecimento por Traço Elétrico Resistivo para Aplicações Industriais - Procedimentos de Projeto, Instalação, Inspeção e Manutenção;

ISO [12241](#) - Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules;

ASTM [C 680](#) - Standard Practice for Estimate of the Heat Gain or Loss and the Surface Temperatures of Insulated Flat, Cylindrical, and Spherical Systems by Use of Computer Programs;

ASTM [C 795](#) - Standard Specification for Thermal Insulation for Use in Contact with Austenitic Stainless Steel.

3 Termos e Definições

Para os propósitos desta Norma são adotados os termos e definições indicadas em 3.1 a 3.7.

3.1

alta temperatura

toda temperatura de operação acima da média das máximas temperaturas ambiente nos 2 meses mais quentes do ano

3.2

Isolante ou isolante térmico

material empregado para reduzir a transferência de calor

3.3**isolamento térmico**

conjunto de materiais que, aplicados, reduz a transferência de calor

3.4**conservação de energia**

critério para determinação da espessura econômica do(s) isolante(s), levando-se em consideração os custos de energia perdida, do investimento no isolamento térmico e de manutenção

3.5**proteção ou conforto pessoal**

critério para determinação da espessura do(s) isolante(s), com objetivo de evitar danos ou desconforto pessoal

3.6**estabilização de fases de processos industriais**

critério para determinação da espessura do(s) isolante(s), levando-se em consideração o valor máximo admissível para a perda térmica (fluxo de calor), em função das necessidades e limitações de um determinado processo industrial

3.7**manutenção da fluidez do produto**

critério para a determinação da espessura do(s) isolante(s), com o objetivo de manter a temperatura do fluido acima de seu ponto de fluidez

4 Condições Gerais**4.1 Critérios de Dimensionamento**

4.1.1 Para dimensionamento do isolamento térmico a alta temperatura, deve ser adotado um ou mais dos critérios a seguir:

- a) conservação de energia;
- b) proteção pessoal;
- c) manutenção da fluidez do produto;
- d) estabilização de fases.

4.1.2 O critério básico para determinação da espessura do(s) isolante(s) deve ser o de conservação de energia.

4.1.3 Os critérios de conservação de energia, manutenção da fluidez do produto e estabilização de fases devem ser sempre empregados conjuntamente com o critério de proteção pessoal, nas situações em que este último for aplicável, conforme descrito em 5.2.

4.1.4 Quando houver mais de um motivo de dimensionamento, deve ser determinada a espessura correspondente para cada critério e selecionada a maior entre elas.

4.1.5 As Tabelas A.1 a A.10 devem ser usadas como referência para dimensionamento da espessura, pelos critérios de conservação de energia e proteção pessoal, para os isolantes tabelados.

4.1.5.1 Para dimensionamento da espessura de outros isolantes ou para os critérios de manutenção de fluidez do produto (sem traço de vapor ou elétrico) e estabilização de fases, deve ser realizado cálculo específico conforme orientações desta Norma.

4.1.5.2 Para dimensionamento da espessura do isolante pelo critério de manutenção de fluidez com uso de traço de vapor ou elétrico, deve ser usado o critério de conservação de energia, conforme Tabelas A.1, A.3, A.5, A.7 e A.9, ou cálculo específico.

4.1.6 Para estimativa do fluxo térmico através do isolamento térmico de equipamentos e tubulações, recomenda-se a aplicação das ASTM [C 680](#) ou ISO [12241](#). **[Prática Recomendada]**

4.1.7 No caso de reparos nos isolamentos térmicos, pode ser mantida a espessura original do mesmo material isolante. Entretanto, o responsável pela manutenção deve considerar a reavaliação do sistema existente quando alguma alteração se mostrar necessária (de material ou espessura do isolante, ancoragem etc), especialmente no caso de dimensionamento por conservação de energia. **[Prática Recomendada]**

4.2 Materiais

4.2.1 Os materiais a serem utilizados devem ser os padronizados pela PETROBRAS [N-1618](#), respeitando-se as limitações de uso nela definidas.

4.2.2 Os materiais devem ser instalados em conformidade com a PETROBRAS [N-250](#).

4.2.3 Devem ser previstas juntas de expansão para os isolantes térmicos rígidos, em conformidade com a PETROBRAS [N-250](#).

4.2.4 Quando o isolante térmico for aplicado em equipamentos ou tubulações de aço inoxidável das séries 300 e 400, o isolante deve atender aos critérios da ASTM [C 795](#).

4.2.5 Nos casos dos equipamentos e tubulações que sejam submetidos às condições de alta e baixa temperatura, consultar também a PETROBRAS [N-894](#) para seleção e dimensionamento dos isolantes.

4.3 Equipamentos e Tubulações

4.3.1 O material isolante deve ser selecionado através da Tabela 1.

4.3.2 Os acessórios de tubulação ou equipamentos não devem ser isolados nas situações abaixo, exceto quando recomendado pelo projetista ou fornecedor:

- a) se a perda de calor for necessária, atendendo à necessidade de processo;
- b) bombas operando em temperaturas abaixo de 60 °C, exceto se o ponto de fluidez do produto estiver acima da temperatura ambiente;
- c) ventiladores, sopradores e compressores alternativos, centrífugos e rotativos;
- d) flanges de linha e conexões flangeadas;
- e) tubulações e equipamentos aquecidos intermitentemente, tais como:
 - válvulas de alívio e sistemas de alívio (exceto para produtos com ponto de fluidez acima da temperatura ambiente);
 - suspiros e drenos (exceto para produtos com ponto de fluidez acima da temperatura ambiente);
 - sistema de tocha;
 - sistema de drenagem;

- f) equipamentos ou dutos isolados internamente (ex.: revestidos com concreto refratário, fibra cerâmica e outros materiais isolantes);
- g) conexões do tipo união, em tubulação;
- h) purgadores de vapor;
- i) misturadores;
- j) foles de juntas de expansão;
- k) indicadores visuais de fluxo;
- l) mangueiras;
- m) resfriadores e condensadores, com suas tubulações associadas;
- n) placa de identificação ou outras;
- o) pescoço de bocais flangeados com comprimento igual ou menor que 300 mm; ou
- p) suportes de tubulações ou equipamentos.

Tabela 1 - Seleção do Material Isolante

Material Isolante	Tipo	Tubulação			Torre e Vaso	Trocador de Calor	Reator de Coque		Tanque		Bomba e Turbina	Caldeira			Duto
		Aérea	Enterrada	Acessórios			Costado e Tempo	Cone Inferior	Teto	Costado		Teto	Parede	Acessórios	
Silicato de Cálcio Perlita Expandida Vidro Celular	Calha	•	•	•											
	Segmento	•	•	•	•	•									
	Placa	•	•	•	•	•			•	•		•			
Poliuretano Poliisocianurato	Calha	•	•	•											
	Segmento	•	•	•											
	Placa	•	•	•						•					
Lã de Vidro Lã de Rocha	Felt. Lamelas	•			•	•									
	Painel				•					•		•	•		•
	Tubo	•													
	Manta	•		•	•	•				•	•		•	•	•
	Flocos			•							•				
Fibra Cerâmica	Manta / Painel	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•	•
	Flocos			•							•				
	Módulos							•							
Aerogel	Manta	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•

4.3.3 Para isolamento térmico removível (ex.: caixas bipartidas ou jaquetas térmicas) recomenda-se o uso de isolantes flexíveis. **[Prática Recomendada]**

4.3.4 Não deve ser selecionado isolante flexível para tubulações e equipamentos sujeitos a vibrações (exceto equipamentos rotativos).

4.3.5 Para isolamento com materiais flexíveis em locais onde a resistência mecânica é necessária (ex.: pisoteamento), deve ser utilizada proteção rígida.