

CONCRETO REFRAATÁRIO

Especificação

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

- Indicação de item, tabela ou figura de conteúdo alterado em relação à 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-mandatória): 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 – 09

Isolamento Térmico e Refratários

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

1 OBJETIVO

- 1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para a aquisição de concretos e plásticos refratários, bem como dos dispositivos de ancoragem e dos materiais complementares.
- 1.2 Esta Norma se aplica a projetos iniciados a partir da data de sua edição e também a equipamentos já existentes, quando de sua manutenção ou reforma.
- 1.3 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

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

ABNT NBR 6115	- Materiais Refratários Isolantes - Determinação da Densidade de Massa Aparente;
ABNT NBR 6224	- Material Refratário Denso Conformado - Determinação da Resistência à Compressão a Temperatura Ambiente;
ABNT NBR 8385	- Material Refratário Não-Conformado - Determinação da Variação Linear Dimensional;
ABNT NBR 8825	- Amostragem de Materiais Refratários Não-Conformados;
ABNT NBR 8826	- Material Refratário - Terminologia;
ABNT NBR 8828	- Material Refratário - Análise Química de Materiais Refratários Sílico-Aluminosos;
ABNT NBR 9644	- Preparação de Amostras para Análise Química de Materiais Refratários;
ABNT NBR 10238	- Materiais Refratários Aluminosos;
ABNT NBR 10239	- Materiais Refratários Sílico-Aluminosos;
■ ABNT NBR 10955	- Materiais Refratários Isolantes - Determinação da Resistência à Flexão e à Compressão à Temperatura Ambiente;
■ ABNT NBR 10956	- Preparação de Corpos-de-Prova - Material Refratário Não-Conformado - Refratário Plástico;
■ ABNT NBR 11221	- Material Refratário Não-Conformado - Determinação da Massa Específica Aparente;
■ ABNT NBR 11222	- Material Refratário Denso Não-Conformado - Determinação das Resistências à Flexão e à Compressão à Temperatura Ambiente;
ABNT NBR 11302	- Materiais Refratários Aluminosos - Análise Química;
ABNT NBR 11303	- Materiais Refratários Aluminosos - Análise Química por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X;
ABNT NBR 12856	- Material Refratário - Fornecimento;
ABNT NBR 13185	- Materiais Refratários Densos - Determinação da Resistência à Erosão à Temperatura Ambiente;
ASTM A 240	- Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet and Strip for Pressure Vessels;

- | | |
|--------------|--|
| ASTM A 479 | - Stainless Steel Bars and Shapes for Use in Boilers and Others Pressure Vessels; |
| ■ ASTM A 480 | - General Requirements for Flat - Rolled Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip; |
| ASTM A 743 | - Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel Corrosion Resistant for General Application; |
| ■ ASTM C 113 | - Reheat Change of Refractory Brick; |
| ASTM C 133 | - Cold Crushing Strength and Modulus of Rupture of Refractories; |
| ■ ASTM C 134 | - Size Dimensional Measurements, and Bulk Density of Refractory Brick and Insulating Firebrick; |
| ASTM C 201 | - Thermal Conductivity of Refractories; |
| ASTM C 401 | - Alumina and Alumina-Silicate Castable Refractories; |
| ASTM C 704 | - Abrasion Resistance of Refractory Materials at Room Temperature. |

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições a seguir.

3.1 Concreto Refratário

Mistura de um ou mais agregados refratários, de granulometrias adequadas, com um ligante de pega hidráulica ou química.

3.2 Concreto Isolante

Mistura de cimento refratário com agregados de baixa densidade, obtendo-se uma massa específica aparente final igual ou inferior a 1300 kg/m³, após a secagem a 110°C.

3.3 Concreto Semi-Isolante

Mistura de cimento refratário com agregados de baixa e média densidade, obtendo-se uma massa específica aparente final superior a 1300 kg/m³ e igual ou inferior a 1700 kg/m³, após a secagem a 110°C.

3.4 Concreto Denso

Mistura de cimento refratário com agregados de alta densidade, obtendo-se uma massa específica aparente final superior a 1700 kg/m³, após a secagem a 110°C.

3.5 Plástico Refratário

Material refratário moldável, pronto para ser aplicado por acomodação e socagem, para reparos ou construções monolíticas.

3.6 Concreto Agulhado

Produto obtido através da adição de agulha metálica ao concreto refratário.

3.7 Dispositivos de Ancoragem e Materiais Complementares

São os materiais usados na ancoragem de concretos.

Nota: Para outras definições, ver ABNT NBR 8826 (Terminologia).

4 CONDIÇÕES GERAIS

■ 4.1 Concretos e Plásticos

Os concretos e plásticos refratários devem ter as propriedades citadas na TABELA do ANEXO A.

Nota: Para classificação de concreto aluminoso e sílico-aluminoso ver ABNT NBR 10238, ABNT NBR 10239 e ASTM C 401.

4.2 Dispositivos de Ancoragem e Materiais Complementares

4.2.1 Malhas Hexagonais e Articulada

4.2.1.1 As malhas hexagonais são apresentadas nas FIGURAS B-1 e B-2 do ANEXO B, devendo ser fabricadas a partir de tiras metálicas, com os seguintes materiais: ASTM A 240, Tipo 304, 304L, 310, 316, 316L, 321, 405, 410 ou 410S.

4.2.1.2 A malha articulada é apresentada na FIGURA B-3 do ANEXO B, devendo ser fabricada a partir de tiras metálicas, com os seguintes materiais: ASTM A 240 Tipo 304, 304L, 310, 316, 316L, 321, 405, 410 ou 410S.

4.2.2 Grampos e Pinos

4.2.2.1 O pino rosqueado é apresentado na FIGURA B-4 e o soldado, na FIGURA B-5 do ANEXO B, devendo ser fabricados com os seguintes materiais: ASTM A 240 (chapa) e ASTM A 479 (barra redonda), Tipo 304, 304L, 316L, 321, 405, 410 ou 410S.

4.2.2.2 O grampo "G" é apresentado na FIGURA B-6 e o de chapa, na FIGURA B-7 do ANEXO B, devendo ser fabricados em aço-carbono SAE-1010.

4.2.2.3 O grampo "V" é apresentado na FIGURA B-8 (B-8a, B-8b e B-8c), o tridente, na FIGURA B-9 e o "Y", na FIGURA B-10 do ANEXO B, devendo ser fabricados com os seguintes materiais:

- a) aço-carbono SAE 1010;
- b) ASTM A 240 (chapa) ou ASTM A 479 (barra redonda) Tipo 304, 304L, 310, 316, 316L, 405, 410 ou 410S;
- c) inonel.

Nota: O grampo "V" pode ser fabricado com as pernas onduladas.

4.2.2.4 O grampo "S" é apresentado na FIGURA B-11, o "L", na FIGURA B-12 (B-12a e B-12b) e o "coroa", na FIGURA B-13 do ANEXO B, devendo ser fabricados com os seguintes materiais: ASTM A 240 Tipo 304, 304L, 310, 316, 316L, 405, 410 ou 410S.

4.2.3 Barras Terminais

Devem ter seção reta de 25 mm x 6 mm (1" x 1/4") ou de 19 mm x 6 mm (3/4" x 1/4") e ser fabricadas com o mesmo tipo de material do sistema de ancoragem adotado.

4.2.4 Tela

4.2.4.1 Deve ser fabricada em arame de aço-carbono SAE 1010 galvanizado, diâmetro BWG 14, com malha quadrada ou losangular de 50 mm de lado.

4.2.4.2 Sua sustentação deve ser feita com o grampo mostrado na FIGURA B-6 ou com o da FIGURA B-7 do ANEXO B.

4.2.5 Agulha Metálica

A agulha metálica pode ter as características a seguir:

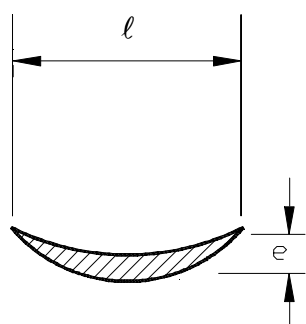
Método de Fabricação	Material	Diâmetro Efetivo (Nota)	Comprimento
"Melt Extracted"	ASTM A 743 grau CF8 ou CF20	0,50 mm ± 0,08 mm	25 mm ± 3 mm

Nota: Diâmetro efetivo é o diâmetro de um círculo que corresponde a seguinte expressão:

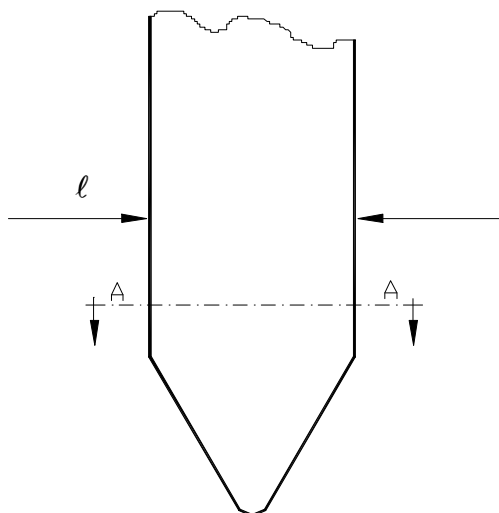
$$D = \sqrt{0,84 \times \ell \times e}$$

Onde: e = espessura da seção reta da agulha, em mm;

ℓ = largura da seção reta da agulha, em mm.



Seção AA



■ Seção reta da agulha

4.3 Fornecimento

■ 4.3.1 Concretos e Plásticos

- 4.3.1.1 Os concretos e os plásticos devem ser fornecidos de acordo com a norma ABNT NBR 12856.

- 4.3.1.2 O fabricante deve fornecer Certificado de Qualidade do material contendo no mínimo:

- a) data de fabricação;
- b) identificação do lote de fabricação;

- c) método de preparação dos corpos-de-prova;
- d) resistência à compressão de acordo com a norma ABNT NBR 6224 ou ASTM C 133;
- e) variação dimensional linear de acordo com a norma ABNT NBR 8385 ou ASTM C 113;
- f) análise química de acordo com as normas ABNT NBR 8828, NBR 9644, NBR 11302 e NBR 11303;
- g) massa específica aparente de acordo com a norma ABNT NBR 6115 ou ASTM C 134;
- h) resistência à erosão (somente para concretos antierosivos) de acordo com a norma ABNT NBR 13185 ou ASTM C 704;
- i) condutividade térmica de acordo com a norma ASTM C 201.

Notas: 1) A amostragem para a determinação dos parâmetros citados em d), e), g) e h) deve ser feita de acordo com a norma ABNT NBR 8825 ou de acordo com o plano de amostragem do fabricante, caso este seja aprovado previamente.

- 2) A análise química e condutividade térmica podem ser fornecidas com base em valores garantidos.

4.3.1.3 Na embalagem do concreto devem estar afixados, no mínimo, os seguintes dizeres:

- a) nome do fabricante;
- b) referência comercial do produto;
- c) data de fabricação;
- d) prazo de validade de utilização;
- e) massa do material em quilogramas;
- f) número do documento de compra (somente no "pallet");
- g) número do lote.

4.3.1.4 Os concretos agulhados devem ser fornecidos com as agulhas em separado.

4.3.1.5 O fabricante deve fornecer as instruções para o preparo do concreto contendo no mínimo:

- a) dosagem de água;
- b) método de mistura;
- c) temperatura de mistura;
- d) tempo de mistura;
- e) tipo de misturador recomendado;
- f) método de aplicação;
- g) tempo de início de pega;
- h) procedimento para a cura;
- i) requisitos de secagem.

4.3.1.6 O fabricante deve fornecer a Folha de Dados de Segurança do produto, conforme a norma ABNT NBR 12856.

4.3.2 Dispositivos de Ancoragem e Materiais Complementares

4.3.2.1 A malha pode ser fornecida em painéis de 2m x 1m, devendo ser indicado na embalagem o sentido da tira (comprimento ou largura). Pode ser acondicionada em estrados de madeira, presa por meio de fitas metálicas ou madeira.

4.3.2.2 Recomenda-se que a tela seja fornecida com largura máxima de 2m e comprimento de 20m, enrolada sobre si mesma e amarrada com arame.

4.3.2.3 As agulhas podem ser embaladas em tambores, caixas de papelão ou caixotes de madeira, sendo que a massa líquida não deve ultrapassar 25 kg.

4.3.2.4 Os dispositivos de ancoragem e os materiais complementares devem ser fornecidos livres de óleo, graxa ou tinta que possa prejudicar a sua utilização ou contaminar o material refratário.

- 4.3.2.5 O fabricante deve fornecer o Certificado de Qualidade dos dispositivos de ancoragem e dos materiais complementares, contendo, no mínimo, a análise química dos materiais.

4.3.2.6 A utilização do processo de soldagem por “stud weld” depende do material dos dispositivos de ancoragem. Portanto, o procedimento de aplicação deve ser previamente qualificado.

5 INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

■ 5.1 Concretos e Plásticos

A verificação dos parâmetros, constantes na TABELA do ANEXO A, deve seguir o seguinte procedimento:

- a) analisar o Certificado de Qualidade emitido pelo fabricante, comparando os valores dos parâmetros relacionados no certificado com os da TABELA do ANEXO A;
- b) amostrar e testar o lote recebido, conforme ANEXO C.

Nota: Quando o recebimento do concreto e do plástico for realizado nas instalações do fabricante, pode-se adotar seu Plano de Amostragem, desde que acordado previamente.