

APLICAÇÃO DE CONCRETO REFRATÁRIO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada 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 Refratário

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 no armazenamento e na aplicação de concreto refratário.

1.2 Esta Norma se aplica a projetos iniciados a partir da data de sua edição e também em 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.

PETROBRAS N-7	- Limpeza de Superfícies de Aço com Ferramentas Mecânicas;
PETROBRAS N-9	- Limpeza de Superfícies de Aço com Jato Abrasivo;
PETROBRAS N-133	- Soldagem;
PETROBRAS N-1596	- Ensaio Não-Destrutivo - Líquido Penetrante;
PETROBRAS N-1728	- Concreto Refratário;
PETROBRAS N-1910	- Projeto de Revestimento Refratário (Concreto);
ASME Section IX	- Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 a 3.5 e na norma PETROBRAS N-1728.

3.1 Cura

Reações químicas que ocorrem à baixa temperatura, após adição de água no concreto. O tempo de cura é o intervalo entre o início e o término de tais reações.

3.2 Cura Hidráulica

Tratamento dado ao concreto, após sua aplicação, a fim de garantir a permanência de água, visando dar continuidade às reações que se verificam durante a cura.

3.3 Lance

Área que se consegue refratar, antes que o material aplicado no início do refratamento tenha alcançado o início de pega.

Nota: Na aplicação em vaso cilíndrico, lance representa o anel de concreto aplicado horizontalmente no costado, devendo a altura ser dimensionada de forma a permitir o fechamento antes do início da pega.

3.4 Início de Pega

Caracteriza-se pela perda da consistência necessária para aplicação do material, após adição de água à mistura.

3.5 Material de Rebote

Concreto que, quando projetado pneumaticamente, não se fixa à parede em função de fatores tais como: excesso de pressão, falta de pré-umedecimento, inclinação da pistola, insuficiência de material ligante ou granulometria inadequada.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Armazenamento

4.1.1 O concreto deve ser armazenado em local bem ventilado, seco, não sujeito a calor excessivo e protegido de raios diretos do sol.

4.1.2 O empilhamento máximo de embalagens, por “pallet”, deve seguir os critérios do fabricante. Na ausência destes, devem ser obedecidos os seguintes critérios:

- a) cinco embalagens metálicas;
- b) dez sacos de papel ou plástico multifolhados.

4.1.3 O armazenamento de concretos deve obedecer a uma disposição tal que permita o controle de prazos de validade do material e a prioridade de consumo para os materiais mais antigos no almoxarifado. A movimentação deve ser feita de forma a evitar danos.

4.1.4 Não deve haver contato direto com o piso, devendo o material estar assentado sobre “pallets”.

4.1.5 Nos casos em que o concreto ficar armazenado por período de tempo superior ao da validade de utilização, ou sempre que for necessária a comprovação da qualidade do material, deve ser repetida a inspeção prevista na norma PETROBRAS [N-1728](#) para a revalidação do material, com validade de três meses.

4.2 Homogeneização e Mistura

4.2.1 O concreto deve ser perfeitamente homogeneizado a seco antes da adição de água de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante do concreto. O percentual de água de adição deve ser o mesmo usado no teste de qualificação do procedimento de aplicação (ver item 4.3).

4.2.1.1 A adição das agulhas deve ser feita durante a homogeneização, passando-as através de peneira de malha de 6 a 8 mm, de modo a distribuí-las uniformemente em todo o volume do concreto.

4.2.1.2 Deve ser homogeneizado o conteúdo total de cada embalagem de concreto, mesmo para quantidades utilizadas inferiores à unidade embalada.

4.2.2 Não deve ser adicionado nenhum material ao concreto conforme recebido do fabricante, exceto as agulhas, quando aplicável.

4.2.3 O concreto de um fabricante não deve ser misturado com os de outros.

4.2.4 Misturar apenas a quantidade de concreto suficiente para ser aplicado antes do início da pega.

4.2.5 Os misturadores devem ter capacidade suficiente para assegurar um suprimento contínuo de concreto durante a aplicação.

4.2.6 A água usada na mistura e no umedecimento deve ser potável, isenta de sulfatos e com teor de cloretos inferior a 50 ppm.

4.2.6.1 A temperatura da água deve estar, no máximo, a 24°C.

4.2.7 A temperatura da mistura deve ser mantida entre 19°C e 24°C, durante a aplicação, podendo-se variar a temperatura da água ou do concreto para se atingir esta faixa.

4.2.8 Os recipientes de mistura devem ser metálicos, estanques, limpos (a cada mistura) e secos.

4.2.9 O concreto está bem misturado quando:

- a) não se notar segregação entre grãos;
- b) não se notar regiões umedecidas diferentemente;
- c) atingir a consistência adequada.

4.3 Procedimento de Aplicação

No procedimento de aplicação devem constar, na seqüência indicada, as seguintes informações estabelecidas na qualificação:

- a) método de aplicação;
- b) posição de aplicação (vertical ou sobrecabeça);
- c) método e grau de preparação da superfície;
- d) espessura do revestimento;
- e) material, fabricante e referência comercial;
- f) percentual de agulha metálica a ser adicionada (quando aplicável);
- g) faixa de dosagem de água;
- h) método de mistura;
- i) tempo de transporte do material (exceto para projeção pneumática);
- j) seqüência da aplicação;
- l) se a aplicação for feita pelo método de projeção pneumática, definir:
 - distância do bico da pistola à chaparia;
 - pressão de ar de acionamento da máquina de projeção;
 - tipo, modelo e fabricante da máquina de projeção;
 - altura de cada lance;
- m) se a aplicação for feita pelo método de derramamento, definir:
 - tipo de forma a ser utilizada;
 - altura de cada lance;
 - tempo para completar o lance;
 - técnica de compactação;
 - tempo para desforma.
- n) se a aplicação for feita pelo método de vibração externa, além do previsto na alínea (m), definir:
 - vibrador (fabricante, tipo, modelo, características);
 - quantidade, localização e frequência de troca dos vibradores;
 - tempo máximo/mínimo de vibração;
 - velocidade de derramamento (cm/min);
 - variáveis de vibração (frequência e aceleração).
- o) técnica de umedecimento e cura.

Nota: Sempre que qualquer das variáveis a), b), e) e g) for alterada, o procedimento deve ser requalificado.

4.4 Refratamento

4.4.1 Em equipamentos que possuam partes de difícil acesso, o refratamento pode ser executado antes da montagem. **[Prática Recomendada]**

4.4.1.1 Para regiões a serem soldadas, na fase de montagem, o revestimento deve ser interrompido a uma distância mínima de cada lado do cordão de solda, conforme tabela abaixo:

TABELA 1 - DISTÂNCIA MÍNIMA DO REVESTIMENTO AO CORDÃO DE SOLDA

Tipos de Revestimento		Distância Mínima (mm)	
		Soldagem pelo Lado do Revestimento	Soldagem pelo Lado Oposto ao Revestimento
Ancorado em malha hexagonal ou grampo "S"		100	100
Monolíticos		100	25
Camada dupla	1ª camada	100	50
	2ª camada	200	100

4.4.1.2 No caso de camada dupla, a solda de emenda entre painéis de malha hexagonal deve estar situada sobre uma fileira de grampos rosqueados ou soldados.

4.4.1.3 O concreto só deve ser aplicado até dois hexágonos antes da região de solda de emenda de painéis de malha hexagonal.

4.4.1.4 Pré-ajustar as partes do equipamento, antes da aplicação do concreto, para que se evite a necessidade de ajustagens entre peças do equipamento na fase da montagem, o que poderia provocar danos ao revestimento.

4.4.1.5 Quando o refratamento é efetuado antes da montagem em peças de grande comprimento, na fase de montagem, devem ser tomados cuidados para que se evite a flexão da peça.

4.4.1.6 As peças devem ser movimentadas conforme os seguintes critérios:

- a) mudança de posição das peças e/ou pequenos deslocamentos durante a fase de refratamento - 24 horas após interrupção dos serviços;
- b) montagem e transporte - 48 horas após o término dos serviços.

Nota: Os prazos acima podem ser modificados em função das recomendações dos fabricantes.
[Prática Recomendada]

4.4.2 Em dias com temperatura ambiente superior a 30°C, durante as fases de aplicação e de cura hidráulica, a face externa da chaparia do equipamento deve ser mantida continuamente resfriada (ex: aspersão de água).

4.4.3 Em dias frios, durante as fases de aplicação e de cura hidráulica, a superfície, em que será aplicado o concreto, deve ser mantida a uma temperatura acima de 10°C.

4.4.4 Todo o tratamento térmico, testes com pressão e inspeção da chaparia devem estar concluídos antes da aplicação do concreto. Testes pneumáticos podem ser feitos após o refratamento, deixando-se as juntas em teste sem revestimento.

4.4.5 As juntas de expansão, em concretos aplicados entre duas paredes metálicas e em tubulações ou estruturas metálicas que atravessem paredes refratárias, devem estar de acordo com a norma PETROBRAS [N-1910](#).

4.5 Secagem ao Ar

Concluída a cura, o revestimento deve ser secado ao ar na temperatura ambiente, por um período mínimo de 24 horas, por meio de ventilação natural ou forçada.

4.6 Secagem com Aquecimento

4.6.1 A secagem com aquecimento deve ser feita levando-se em consideração o tipo, a classe, a espessura, o volume e o método de aplicação do concreto, bem como a forma geométrica do equipamento, respeitando-se ainda as recomendações do fabricante do concreto e da projetista do equipamento.

4.6.2 Na ausência das recomendações do fabricante do concreto e da projetista do equipamento, a secagem com aquecimento deve atender ao seguinte ciclo térmico:

- a) taxa de aquecimento máxima de 30°C por hora até 120°C;
- b) permanência mínima de 8 horas na temperatura de 120°C para espessuras de até 50 mm, devendo-se acrescentar 2 horas para cada acréscimo de 25mm na espessura;
- c) taxa de aquecimento máxima de 50°C por hora até 600°C;
- d) permanência mínima de 6 horas na temperatura de 600°C.