

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAL

ETM - 005: SOLDA ALUMINOTÉRMICA

1. OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo estabelecer as diretrizes básicas a serem obedecidas para aquisição de materiais de soldagem aluminotérmica de trilhos para a formação de barras longas. Define as características dos materiais empregados, máquinas, equipamentos e ferramentas, além de critérios e controle de recebimento e critérios de medição e pagamento.

2. REFERÊNCIAS

Ressalvada a prevalência das especificações, deverão ser observadas as revisões mais recentes das normas e especificações do DNIT e da ABNT:

a) Normas da ABNT:

- ABNT-NBR-7590/1991 (CB 23) – Trilho "Vignole" – Classificação;
- ABNT-NBR-12993/1993 (CB 37) – Ferrovia – Termos gerais e/ou fundamentais – Método de ensaio;

b) Especificações da VALEC:

- 80-EM-032F-58-0002 – Trilhos perfil TR-57;
- 80-EM-032F-58-0003 – Trilhos perfil TR-68; e
- 80-ES-035F-99-0001 – Soldagem Aluminotérmica.

c) Especificações da CBTU:

- EMVP-16 – Trilho; e
- ESVG-13 – Solda Aluminotérmica.

d) Especificação da RFFSA:

- NV-0-100 – Solda aluminotérmica – Pré-aquecimento rápido;
- NV-3-101 – Porções de solda aluminotérmica – Recebimento;
- NV-3-103 – Solda aluminotérmica – Recebimento; e
- NV-6-101 – Solda aluminotérmica – Inspeção.

3. DESCRIÇÃO

Os problemas relacionados ao transporte de trilhos de grandes comprimentos e dilatação térmica dos mesmos foram solucionados com o uso das técnicas de soldagem aluminotérmica no campo.

As vantagens de trilhos soldados são muitas, entre as quais:

- A vida útil dos trilhos aumenta em até 30%;
- Os gastos em conservação da via podem diminuir em até 50%;
- Redução do número de repartições dos trilhos, especialmente espaços nas articulações;
- Diminuição da resistência ao rolamento; e
- Aumenta da duração dos dormentes.

Para tanto, a solda aluminotérmica dos trilhos deve preencher os seguintes requisitos funcionais:

- Deve ligar os trilhos, de modo a manter uma viga contínua, de superfície uniforme e alinhada;
- Sua resistência à deflexão deve se aproximar, o máximo possível, ao do material rodante a qual está a ser aplicado; e
- Deve prevenir movimento horizontal ou vertical das extremidades em relação umas as outras.

Os trilhos são soldados eletricamente por caldeamento em estaleiro formando barras de 240 metros, que depois de transportadas e assentadas na via, são soldadas pelo processo aluminotérmico para formar trilhos longos soldados TLS.

3.1. PROCESSOS

O processo aluminotérmico consiste, fundamentalmente, no fato de que uma mistura adequadamente preparada de alumínio e óxido de ferro pesado, após inflamação inicial reage de maneira exotérmica à temperatura relativamente alta.

Devido ao desenvolvimento do calor, a reação se expande sem muita intensidade espontaneamente em um curto prazo de tempo sobre a mistura. O resultado desta reação é a precipitação de um metal puro e liquefeito e de escória também líquida de óxido de alumínio (que por ser mais leve aflorará acima do perfil do trilho soldado para futura remoção). O metal em fusão obtido da reação é recolhido em uma forma envolvendo as extremidades dos trilhos a serem soldados.

Estas extremidades são previamente limpas e aquecidas a uma temperatura conveniente e o calor introduzido pelo material fundido permite que as mesmas sejam unidas por um aço com características semelhantes àquelas do trilho.

Para a soldagem dos trilhos é empregado o processo **SoWoS**. Neste processo, as extremidades dos trilhos são aquecidas por um maçarico de pré-aquecimento posicionado sobre o molde, a uma temperatura de aproximadamente 1000C°.

O tempo de pré-aquecimento dependerá do perfil do trilho e dos gases utilizados (Usamos oxigênio/polipropileno, pois são mais garantidos nas soldas em que se exige

certificação de qualidade). Este processo é economicamente aplicável em vias sem tráfego ou com intervalo, entre trens, superior a 60 minutos.

Para vias de alta densidade de tráfego, o processo **SKV** representa a alternativa mais viável, apesar do maior custo dos consumíveis, devido ao seu reduzido tempo de execução. O pré-aquecimento de apenas 1 a 2 minutos aquece as extremidades dos trilhos a aproximadamente 600 Cº assegurando ao mesmo tempo a remoção da umidade residual do molde.

A parte predominante da energia para fundir as extremidades dos trilhos provém de uma porção de solda com maior volume. Este processo poderá ser executado em intervalos de tráfego de 12 a 15 minutos.

4. MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

As seguintes máquinas, equipamentos e ferramentas poderão ser utilizadas no serviço de soldagem aluminotérmica, entre outras que se façam necessárias:

- Alavanca;
- Bitoladora de via;
- Cadiño completo;
- Chave de junta;
- Corta-quente;
- Cunha;
- Cunha de aço;
- Escova de aço, lima ou talhadeira;
- Esmerilhadeiras;
- Ferramenta de regulagem;
- Gabarito para folga de junta;
- Gabaritos tipo “passa ou não passa”;
- Gadinho;
- Gases;
- Maçarico de corte;
- Maçarico de pré-aquecimento;
- Máquina de esmerilhar boleto;

- Máquina de esmerilhar trilho;
- Máquina para serrar trilho;
- Máquina rebarbadora de solda;
- Marreta;
- Picareta de soca;
- Prensa niveladora universal;
- Presilhas para forma;
- Rebarbadora Hidráulica;
- Régua de aço de 1m;
- Régua de nivelamento de aço;
- Tirefão;
- Tirefonadora

5. MATERIAIS

Os materiais necessários à execução dos serviços de soldagem aluminotérmica, com suas principais características são descritos a seguir:

5.1. PORÇÃO DE SOLDA

A massa aluminotérmica consiste em uma mistura estequiométrica de óxido de ferro com grãos de alumínio e elementos de aceleração, com um peso volumétrico de aproximadamente $2,17\text{kg/dm}^3$. Com uma inflamação inicial à temperatura de aproximadamente 1.300°C , a mistura reage de maneira exotérmica, dando como resultado a precipitação de ferro em estado puro e escória.

Todas as porções de solda deverão ser providas de etiquetas de identificação indicando:

- Tipo do perfil de trilho a ser soldado;
- Processo de soldagem a ser empregado; E
- Resistência à tração dos trilhos.

O saco plástico da porção deverá conter, ainda, bujão automático e pasta de vedação.

Para a execução de soldagens, deverão ser empregadas somente porções cujos volumes e tipos correspondam ao perfil do trilho a ser soldado e a resistência à tração do aço do trilho. A quantidade de aço, produzida pela reação, será suficiente para a execução de soldas perfeitas, desde que sejam atendidos os seguintes requisitos:

- As porções de solda não podem ser alteradas, somente deverão ser usadas nos volumes fornecidos;
- As formas devem ser fabricadas com uso de modelos de alumínio originais próprios para os respectivos tipos (perfis) de trilho e processo de soldagem;
- Os espaços entre os topos dos trilhos deverão obedecer às instruções prescritas e os cortes devem ser feitos de modo que, a face do topo do trilho constitua uma seção rigorosamente perpendicular à seção longitudinal do trilho;
- Os topos dos trilhos a soldar não podem conter ferrugem ou substâncias oleosas;
- A execução da soldagem deverá seguir rigorosamente às instruções de serviço.

As porções de solda devem ser protegidas contra chuva e umidade e não podem ficar em contato com o chão. Porções molhadas ou mesmo úmidas não deverão ser usadas, ficando irremediavelmente inutilizadas.

5.2. ACENDEDORES ESPECIAIS

Para iniciar a reação da porção de solda, serão utilizados acendedores especiais, fornecidos em cartuchos plásticos. Os mesmos deverão ser sempre armazenados, embalados e transportados separadamente das porções de solda.

Uma porção de solda, de maneira alguma, deverá ser aquecida por meio da chama de pré-aquecimento.

5.3. FORMAS PRÉ-MOLDADAS

As formas pré-moldadas são fornecidas de acordo com os perfis dos trilhos a soldar. O material para a confecção das formas deverá ser composto por mistura de areia de quartzo, óxido de ferro e silicato de sódio, este último como ligante. A areia utilizada deve ser de elevado grau de pureza, isto é, isenta de argila e de outras impurezas, e granulometria uniforme.

O óxido de ferro (Fe_2O_3) adicionado à areia é responsável pela coloração vermelha da mistura, aumenta a resistência de forma ao calor e permite uma retirada mais limpa das formas após a soldagem, ou seja, os resíduos de areia aderentes à solda se reduzem a um mínimo.

Relativamente à capacidade de resistência ao armazenamento das formas, é importante observar que a umidade provoca quedas da rigidez. Para melhor segurança,

recomenda-se evitar a estocagem em ambientes úmidos. Deve-se ainda tomar especiais cuidados com relação a choques mecânicos.

5.4. CADINHO LONGA VIDA (COMPLETO)

É um conjunto contenedor da porção de solda, refratário à temperatura da reação que ocorre em seu interior, em um suporte sobre a fôrma molde para onde será corrido o aço após a reação. Dimensões: Largura = 500 mm; Altura = 600 mm; Comprimento = 550 mm; Peso = 17,50 kg.

Deverão ser armazenados os cadinhos longa vida em lugar seco. No transporte sempre considerar o aviso de “material frágil”. Toda equipe de soldagem deve ter um cadiño reserva. Para a montagem da extensão do cadiño, a aplicação da pasta deve ser na borda superior do cadiño, assentando por toda a extensão da borda e, mediante o anel de fixação, apertando o conjunto com os três parafusos. Fazer a remoção do excesso de pasta em torno da extensão.

Antes do uso deve ser aquecido o cadiño longa vida, por dentro, com o maçarico de pré-aquecimento, até que a sua parte externa alcance aproximadamente 100°C.

5.5. BUJÃO AUTOMÁTICO

O material refratário para uso em soldas aluminotérmicas é de composição química baseada em areia. É utilizado na parte interior e inferior do CADINHO LONGA VIDA, vedando o fundo do mesmo, estancando a saída da porção, sendo aberto automaticamente quando terminar a reação aluminotérmica, proporcionando a corrida do metal para o preenchimento do espaço interno da forma.

Deve ser guardado em lugar seco, e não deve ser retirado do interior de sua embalagem antes do uso.

Modo de uso do produto:

- Retira-se o bujão automático de sua embalagem;
- Introduz a ponta da vareta de montagem no copinho metálico do bujão;
- Posiciona-se o bujão em sua sede no cadiño e fixa-o com leves golpes com a mão sobre a vareta de montagem.
- Despeja-se a areia refratária ao redor do copinho do bujão. A capa sobre a ponta da vareta de montagem impede que a areia refratária penetre no copinho;
- Remove-se a vareta de montagem com cuidado no sentido vertical.

5.6. CONCHA PARA ESCÓRIA

É um equipamento metálico, e que trabalha anexo as presilhas, é utilizado como receptor da escória gerada durante o processo de soldagem aluminotérmica, e deve ser utilizado totalmente isento de umidade.

5.7. PASTA DE VEDAÇÃO

É um material isolante a base de areia utilizado para vedar as frestas deixadas pelas formas quando instaladas nas pontas dos trilhos a serem soldados. Este material consumível é disposto em embalagem a vácuo com 2Kg a unidade e vem pronto para uso, ou seja dispensa qualquer adição de água.

6. CRITÉRIOS E CONTROLES DE RECEBIMENTO

Os critérios e controles de recebimento atenderão esta especificação, as normas do DNIT, da ABNT e o SICRO – Sistema de Custos Rodoviário do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A aquisição de materiais necessários para soldagem aluminotérmica de trilho será medida e paga por unidade (um) de solda efetivamente executada, material posto na obra, de acordo com as quantidades indicadas no quadro de quantidades que atendam as Normas Técnicas, Especificações e ao Edital, em conformidade com as quantidades indicadas no quadro de quantidades e de preços e após a liberação da Fiscalização.

O custo unitário remunera a mão de obra com encargos sociais, o material empregado, as horas dos equipamentos utilizados e o transporte dos equipamentos e materiais.