

Os Conectores de cisalhamento, pino com cabeça, comercializados pela **METFORM**, têm certificação para solda *thru deck* conforme AWS D1.1-92, e apresentam diâmetro igual a 19 mm. Para o Steel Deck MF 50 recomenda-se uma altura nominal do conector de 110 mm e para o MF 75 uma altura nominal de 137 mm. Para o melhor desempenho dos *Stud Bolts*, sugerimos os seguintes procedimentos:

Condições adequadas para Conectores, cerâmicas e local de soldagem

No ato da soldagem, os Conectores deverão estar isentos de ferrugem, carepa de laminação, óleo, graxas, umidade ou de outra substância que possa afetar adversamente a operação de soldagem.

Os Conectores não deverão ser pintados, zincados ou cadmiados antes de serem soldados.

Os locais onde os Conectores serão soldados deverão estar livres de ferrugem, carepa de laminação, umidade, pintura, etc. Poderão ser limpos com escova de aço, descamador, lixadeira, etc.

As cerâmicas deverão ser mantidas secas, limpas, em embalagens à prova de umidade. Quaisquer cerâmicas que mostrarem sinais de umidade na superfície deverão ser secas em estufa a 120 °C por duas horas antes de serem usadas. Após a soldagem todas as cerâmicas deverão ser quebradas e o local devidamente limpo.

Condições para operação do equipamento de solda

Os Conectores do tipo *Stud Bolt* deverão ser soldados com equipamento próprio – “Sistema Nelson CRW” para aplicação por eletrofusão. A voltagem, a amperagem de trabalho, o tempo de operação e a regulagem da pistola, deverão seguir as orientações das tabelas fornecidas pelo fabricante do equipamento.

A regulagem da pistola, a voltagem, a amperagem de trabalho e o tempo de operação para a soldagem através do *Steel Deck* são completamente diferentes daquelas de soldagem diretamente sobre as vigas de aço. Para soldagem através do *Steel Deck* ou diretamente sobre as vigas de aço, as orientações do fabricante do equipamento deverão ser seguidas.

Para uma instalação adequada recomendamos que a obra ofereça energia elétrica trifásica com potência igual a 250 KVA com voltagem igual a 220 V ou 440 V (nunca 380 V).

Para a ligação do equipamento de solda à fonte de energia elétrica recomenda-se o uso cabos rígidos de diâmetro acima de 4/0 AWG, com o menor comprimento possível, a fim de se evitar perdas de potência no sistema. O comprimento máximo do cabo rígido de alimentação até a fonte de ligação não deverá ultrapassar 30 m e o cabo terra 5 m. A distância do equipamento ao ponto de aplicação do pino deverá ser inferior a 60 m do conector. Caso não se obtenha amperagem adequada para a soldagem, recomenda-se o encurtamento do cabo de ligação e/ou a utilização de dois cabos 4/0 AWG em paralelo.

Quando em operação, a pistola de soldagem deverá estar posicionada na posição adequada e mantida imóvel até que a fusão e a solidificação dos materiais seja completada.

Se mais de uma pistola for operada através de um mesmo equipamento de solda, deverão existir dispositivos de bloqueio, de forma que somente uma pistola esteja funcionando de cada vez. A segunda pistola somente deverá entrar em operação após o término da soldagem da primeira pistola e assim sucessivamente.

Condições específicas para a superfície de soldagem: solda através do Steel Deck

Cuidados extremos deverão ser tomados ao se fazer a soldagem dos Conectores através do *Steel Deck*:

- . O *Steel Deck* deverá estar firmemente em contato com a viga de aço;
- . A presença de pintura no flange superior das vigas e/ou na face inferior do *Steel Deck*, sujeiras, óleos, graxas, ferrugem, umidade e principalmente lâminas d'água, são extremamente danosos à soldagem, comprometendo a fusão dos materiais e causando porosidade nas soldas;
- . Toda a tinta na região de instalação dos Conectores deverá ser retirada. Para o caso de *Steel Deck* previamente pintado deverão ser realizadas aberturas com serra copo antes da instalação dos Conectores. Deverão ser utilizadas brocas com diâmetro igual a 24 mm para Conectores com diâmetro igual a 19 mm. Os Conectores deverão ser soldados diretamente nas vigas de aço, dentro das aberturas previamente executadas;
- . Toda umidade existente sobre o *Steel Deck* ou lâmina d'água existente entre o *Steel Deck* e as vigas de aço, deverá ser completamente eliminada antes da solda dos Conectores.

A colocação do *Steel Deck* sobre as vigas deverá ser realizada somente em tempo seco e deverá ser imediatamente seguida pela colocação dos Conectores. Ao final de um dia de trabalho todos os Conectores *Stud Bolt* relativos aos painéis de *Steel Deck* já montados deverão estar soldados. Nenhum painel de *Steel Deck* deverá ser deixado sobre a estrutura sem a execução da solda dos Conectores.

A soldagem não deverá ser executada através de duas espessuras de painéis de *Steel Deck*. Nas emendas transversais, não deverão existir trespasses entre os painéis de *Steel Deck*.

A corrente e o tempo de aquecimento, para soldagem do Conector *Stud Bolt*, deverão seguir as recomendações do fabricante do Conector.

Início de obra: testes para qualificação do equipamento e dos procedimentos de soldagem

Devido a variações encontradas (voltagem, amperagem, condições climáticas, etc.), faz-se necessário a aplicação de testes de qualificação no procedimento

Recomendações básicas *Stud Bolt*

de soldagem. Os testes deverão ser aplicados em todo o início de operação de soldagem de Conectores. Estes testes de qualificação deverão ser executados no campo, utilizando-se materiais representativos das condições normais de uso, tais como, conectores, equipamentos, etc.

Após estarem estabelecidas as regulagens do equipamento e os parâmetros de soldagem, a operação deverá ser iniciada, seguindo-se de uma inspeção visual do contorno da solda. Na região de fusão deverá haver filete de solda em todo o perímetro da base dos Conectores.

Para o dobramento dos Conectores deverá ser utilizado um tubo ou um martelo.

Para o caso de Conector soldado diretamente sobre a viga de aço os Conectores deverão ser dobrados em um ângulo de 30° com a vertical. O procedimento de soldagem diretamente sobre a viga estará qualificado se pelo menos dois Conectores consecutivamente instalados não apresentarem sinais de fratura ou rompimento na solda.

Para o caso de Conector soldado sobre o *Steel Deck* os Conectores deverão ser dobrados em um ângulo de 90° com a vertical. O procedimento de soldagem através do *Steel Deck* estará qualificado se pelo menos dez Conectores consecutivamente instalados não apresentarem sinais de fratura ou rompimento na solda.

Início de turno de trabalho: testes para calibração e inspeção, antes do início da soldagem em escala

Tanto para soldas diretamente sobre a viga ou através do *Steel Deck* podem ser necessárias, diariamente, alterações na regulagem do equipamento. Neste caso, no início da operação, antes da soldagem em escala, deverão ser testados pelo menos dois Conectores, soldados consecutivamente. Para este teste a seguinte sequência deverá ser obedecida:

Os cordões de solda dos Conectores deverão ser examinados visualmente. Deverá haver filete de solda em todo o contorno da região de fusão;

O dobramento dos Conectores deverá ser realizado utilizando-se um tubo ou um martelo;

Os Conectores deverão ser dobrados em um ângulo de 30° com a vertical e não deverão apresentar sinais de fratura ou rompimento na solda. A operação em escala somente deverá ser iniciada após a soldagem e aprovação do ensaio de dobramento de dois Conectores consecutivos.

É considerada alteração de regulagem qualquer uma entre as seguintes situações:

- . Troca de pistola e/ou mudanças no ajuste *lift* e *plunge*;
- . Alteração no tempo de soldagem;
- . Troca de fonte de energia;
- . Mudança no comprimento total ou na bitola dos cabos de soldagem;
- . Variações maiores que 5 % no ajuste de amperagem.

Soldagem em escala: testes para controle e inspeção

Durante a operação em escala, se alguma solda não apresentar filete em todo o seu contorno, o respectivo conector deverá ser testado. Este deverá ser dobrado a um ângulo de 15° com a vertical, no sentido contrário à região com falta de filete. Se não houver sinais de fratura ou rompimento na solda, a soldagem poderá ser considerada satisfatória. Ao critério da fiscalização da obra, o Conector poderá ou não ser retornado à posição original. O procedimento descrito neste item deverá ser adotado sempre que for colocada em dúvida a fusão de algum Conector.

Após a realização do teste, caso a soldagem não seja considerada satisfatória, o Conector deverá ser retirado e o local da soldagem deverá ser lixado. Caso o material base da viga tenha sido arrancado juntamente com o conector, a região de soldagem deverá ser preenchida com solda manual de filete antes da aplicação do novo Conector.

Ao critério do responsável técnico pela instalação dos Conectores e com a aprovação da fiscalização da obra, o conector com filete incompleto poderá ser recuperado utilizando-se solda manual com eletrodo E-70XX em todo o seu contorno. Deverão ser utilizadas soldas manuais com dimensões iguais a: 5 mm para conector com diâmetro 10 mm e 10 mm para Conector com diâmetro 19 mm.

O Conector cujo cordão foi recuperado com solda manual deverá ser testado conforme procedimento acima.

Caso ocorra, durante a aplicação dos Conectores, um índice igual ou maior a 7% de pinos sem filetes em todo o contorno ou com a soldagem colocada em dúvida, a regulagem do equipamento deverá ser refeita conforme os testes para calibração e inspeção e o teste de controle e inspeção. Caso necessário os procedimentos de soldagem em escala deverão ser repetidos.

Recomendação final

No caso de quaisquer dúvidas relativas à operação e/ou aos procedimentos indicados nesta publicação, deverão ser consultados o responsável técnico pela instalação, o responsável técnico pela fiscalização da obra e o responsável técnico pelo cálculo e projeto da estrutura de aço.

Bibliografia

AMERICAN WELDING SOCIETY - “*Structural Welding Code – Steel – ANSI/AWS D1.1-92*” - American Welding Society, Miami, Flórida - 1991.