

# Soldagem de manutenção I

**S**uponhamos que o eixo excêntrico de uma prensa se quebre. O que fazer para resolver o problema sem precisar produzir ou importar outro, considerando que dias parados são contabilizados como prejuízo?

Situações como essa são comuns nas empresas e a melhor solução é a soldagem de manutenção.

A soldagem de manutenção é o tema desta e da próxima aula.

## Importância

A soldagem de manutenção é um meio ainda muito utilizado para prolongar a vida útil das peças de máquinas e equipamentos. Ela promove economia para as indústrias, pois reduz as paradas de máquinas e diminui a necessidade de se manter grandes estoques de reposição.

No caso do Brasil, por ser um país em desenvolvimento industrial, é comum a presença de empresas que possuem – em suas áreas produtivas – equipamentos e máquinas de diversas origens e fabricantes, com anos de fabricação diferentes. A situação se agrava quando alguns equipamentos e máquinas são retirados de linha ou deixam de ser fabricados.

Diante dessa realidade, é praticamente impossível manter em estoque peças de reposição para todos os equipamentos e máquinas. Além disso, no caso de grandes componentes, as empresas normalmente não fazem estoques de sobressalentes, e quando um grande componente se danifica, os problemas se agravam. Fabricar um grande componente ou importá-lo demanda tempo, e equipamento ou máquina parada por um longo tempo significa prejuízo.

Situações problemáticas como essas são resolvidas pela soldagem de manutenção, que tem como objetivo principal agir com rapidez e eficiência para que equipamentos e máquinas danificadas voltem a funcionar para garantir a produção.

## Diferença entre soldagem de manutenção e soldagem de produção

A soldagem de produção é realizada dentro de condições favoráveis, isto é, as especificações são determinadas, os equipamentos apropriados encontram-se disponíveis, a composição química do metal de base é conhecida, bem como os parâmetros em que se deve trabalhar.

É na soldagem de produção que são preparados corpos-de-prova soldados com parâmetros adequados. A seguir esses corpos-de-prova são submetidos a testes destrutivos para confirmar as características mecânicas das juntas soldadas.

Ao contrário da soldagem de produção, na soldagem de manutenção existem restrições e limitações que são agravadas pela rapidez com que deve ser efetuada a recuperação do componente.

### Etapas

As etapas percorridas na soldagem de manutenção são:

#### Análise da falha

- a) Analisar o local da falha.
- b) Determinar a causa da falha:
  - fratura;
  - desgaste;
  - corrosão.
- c) Determinação do funcionamento:
  - solicitações (rpm);
  - meios envolvidos;
  - temperatura de trabalho.
- d) Reconhecimento dos materiais envolvidos:
  - análise química;
  - dureza.
- e) Determinação do estado do material:
  - encruado;
  - recozido;
  - temperado e revenido;
  - cementado.

#### Planejamento da execução

Após a escolha do método/processo de soldagem e do metal de adição, é necessário verificar se estão envolvidos na recuperação os seguintes fatores:

- pré-usinagem;
- deformação;
- seqüência de soldagem;
- pré e pós-aquecimento;
- tratamento térmico pós-soldagem;
- desempenho;
- pós-usinagem.

Com esses cuidados, o que se deseja é eliminar as causas e não só os efeitos.

### **Procedimentos**

De um modo geral os procedimentos para a execução de uma soldagem de manutenção devem conter, no mínimo, os seguintes passos:

#### **a) Fratura/Trinca**

- Localizar a fratura/trinca definindo seu início e fim. Para isso deve-se utilizar o ensaio com líquido penetrante.
- Identificar o material preferencialmente por meio de uma análise química e determinar sua dureza.
- Preparar adequadamente a região a ser soldada de modo que se permita o acesso do eletrodo, tocha ou maçarico, dependendo do processo de soldagem selecionado.
- Limpar a região a ser soldada para retirar o óleo, graxa ou impurezas que possam prejudicar a soldagem da peça/componente a ser recuperado.
- Executar ensaio com líquido penetrante para assegurar que toda a fratura/trinca tenha sido eliminada.
- Especificar o processo de soldagem e o metal de adição, de modo que a peça/componente recuperado mantenha suas características mecânicas, para que seja capaz de suportar as máximas solicitações durante o desempenho do trabalho, considerando ainda os meios envolvidos e a temperatura de trabalho.
- Especificar os parâmetros de soldagem, incluindo, quando necessário, a temperatura de pré e pós-aquecimento e o tratamento térmico pós-soldagem.
- Especificar uma adequada seqüência de soldagem para se obter o mínimo de tensões internas e deformações da peça/componente que está sendo recuperada.
- Especificar o tipo de ensaio a ser realizado para verificar a qualidade da solda realizada.
- Prever, quando necessário, um sobremetal durante a soldagem para que seja possível obter o acabamento final da peça/componente por meio de esmerilhamento ou usinagem, quando for o caso.

#### **b) Desgaste/Corrosão**

- Localizar a região desgastada ou corroída, definindo os limites da região a ser recuperada.
- Identificar adequadamente a superfície a ser revestida através da superfície desgastada ou corroída por meio de esmerilhamento ou usinagem.
- Limpar a região a ser soldada para retirar o óleo, graxa ou impurezas que possam, de algum modo, prejudicar a soldagem da peça/componente a ser recuperada.
- Executar ensaio com líquido penetrante para verificar se na região desgastada não existem descontinuidades que possam comprometer a soldagem.
- Especificar o processo de soldagem e o metal de adição para que a peça/componente, após recuperação, seja capaz de suportar as solicitações máximas exigidas durante o trabalho. No caso de corrosão, o metal de adição deverá ser adequado para resistir ao meio agressivo.
- Especificar os parâmetros de soldagem, incluindo, quando necessário, a temperatura de pré e pós-aquecimento e o tratamento de alívio de tensões pós-soldagem.

- Especificar uma adequada seqüência de soldagem de modo que haja um mínimo de tensões internas e deformações da peça/componente que está sendo recuperada.
- Especificar o tipo de ensaio a ser realizado para verificar a qualidade da solda aplicada.
- Prever, quando necessário, um sobremetal durante a soldagem para que seja possível obter o acabamento final da peça/componente recuperada por meio de esmerilhamento ou usinagem, quando for o caso.

### **Tipos e causas prováveis das falhas**

**Falhas por fratura** – As falhas por fratura normalmente resultam de uma trinca que se propaga. A trinca surge por dois motivos: altas solicitações e fadiga do material.

Quando a peça/componente sofre solicitações acima das suportáveis, a trinca aparece em determinadas regiões. A fadiga aparece por causa das tensões cíclicas que terminam por exceder as toleradas pelo material que constitui a peça/componente. Nesse caso, as trincas se iniciam – mesmo com tensões abaixo das tensões limites – e se propagam. Com a propagação da trinca, as seções restantes e ainda resistentes rompem-se pelo simples fato das tensões existentes serem maiores que as suportadas pelo material.

**Falhas por desgaste** – Há uma grande variedade de fatores que podem provocar o desgaste de peças/componentes de uma máquina ou equipamento. Nesse caso, para recuperação adequada com a finalidade de assegurar eficiência e segurança, os metais de solda, a serem depositados, devem ser selecionados cuidadosamente.

Para melhor compreensão dos tipos de desgastes, podemos dividi-los em classes distintas com características bem definidas. Vejamos:

#### **a) Desgastes mecânicos**

##### **• Abrasão**

A abrasão é um desgaste que ocorre entre superfícies que deslizam ou giram em contato entre si em movimento relativo. A abrasão provoca o desprendimento de partículas das superfícies e elas adquirem irregularidades microscópicas, mesmo que aparentemente polidas. Por exemplo: sempre há abrasão quando um eixo gira em contato com um mancal.

As irregularidades microscópicas das superfícies comportam-se como picos e vales que tendem a se encaixar. Quando as superfícies são solicitadas a entrar em movimento relativo entre si, a força de atrito gera calor e este gera microfusões entre os picos que estão em contato. As áreas microfundidas movimentam-se e as superfícies se desgastam.

A recuperação de superfícies desgastadas por abrasão é feita depositando-se, por solda, um material mais duro e mais resistente ao desgaste. Aconselha-se não aplicar mais de duas ou três camadas de solda, para evitar a fissuração e desagregação do próprio metal de solda que apresenta baixa ductilidade.

Se a soldagem exigir camadas mais espessas, o revestimento deverá ser feito com um metal tenaz e pouco duro que se comportará como amortecedor.

### • Impacto

Materiais sujeitos a impacto sofrem deformações localizadas e mesmo fraturas. Por impacto e em condições de alta pressão, partículas metálicas dos materiais são arrancadas e, como consequência, o desgaste aparece.

Se um dado componente ou peça - a ser recuperado por solda - trabalha somente sob condições de impacto simples, o material a ser depositado deve ser tenaz para poder absorver a deformação sem se romper.

Normalmente, áreas de peças ou componentes que recebem impactos também sofrem abrasões. É o que ocorre, por exemplo, em moinhos e britadores que necessitam de superfícies duras e resistentes ao desgaste.

### b) Erosão

É a destruição de materiais por fatores mecânicos que podem atuar por meio de partículas sólidas que acompanham o fluxo de gases, vapores ou líquidos, ou podem atuar por meio de partículas líquidas que acompanham o fluxo de gases ou de vapores.

Geralmente, para suportar o desgaste por erosão, o material de solda deve ter dureza, microestrutura e condições de superfície adequadas.

### c) Cavitação

O fenômeno da cavitação é causado por fluidos acelerados que se movimentam em contato com superfícies sujeitas a rotações, tais como hélices, rotores, turbinas etc.

Os fluidos acelerados formam depressões que, ao se desfazerem, provocam golpes, como se fossem aríetes, nas superfícies das peças sujeitas ao movimento rotacional. Esses golpes produzem cavidades superficiais que vão desgastando as peças.

A correção de superfícies cavitadas é feita por meio de revestimentos com ligas contendo 13% de cromo (Cr).

**Corrosão** – O desgaste de materiais metálicos também pode ser provocado pela corrosão que é favorecida por vários fatores: umidade, acidez, alcalinidade, temperatura, afinidade química entre metais etc.

Normalmente a maioria dos metais e ligas metálicas, em contato com o oxigênio do ar, adquire uma camada protetora de óxido que a protege. Se essa camada de óxido perder a impermeabilidade, a oxidação prossegue caracterizando a corrosão.

A corrosão é sanada por meio de revestimentos com materiais de solda adequados, de forma tal que venham a resisitir ao meio agressivo com os quais estarão em contato.

### Influência dos elementos de liga

Os eletrodos e varetas utilizados como material de adição nos processos de soldagem apresentam vários elementos de liga que lhes conferem características particulares.

Os principais elementos de liga, com suas principais propriedades, são:

ELEMENTOS DE LIGA	PROPRIEDADES
Carbono (C)	Aumenta a resistência e o endurecimento; reduz o alongamento, a forjabilidade, a soldabilidade e a usinabilidade; forma carbonetos com cromo (Cr), molibdênio (Mo) e vanádio (V).
Cobalto (Co)	Aumenta a resistência à tração; aumenta a dureza (têmpera total); resiste ao revenimento, ao calor e à corrosão.
Cromo (Cr)	Aumenta a resistência à tração, ao calor, à escamação, à oxidação e ao desgaste por abrasão. É um forte formador de carbonetos.
Manganês (Mn)	Aços austeníticos contendo manganês e 12% a 14% de cromo são altamente resistentes à abrasão.
Molibdênio (Mo)	Aumenta a resistência ao calor e forma, também, carbonetos.
Níquel (Ni)	Aumenta o limite de escoamento; aumenta a tenacidade; resiste aos meios redutores.
Tungstênio (W)	Aumenta a resistência à tração; aumenta a dureza; resiste ao calor; mantém cortante os gumes das ferramentas e peças e forma carbonetos.
Vanádio (V)	Aumenta a resistência ao calor; mantém os gumes cortantes e também forma carbonetos.

## Exercícios

### Exercício 1

Responda.

- Qual o objetivo da solda de manutenção?
- Em termos comparativos, qual a diferença entre solda de produção e solda de manutenção?
- O que deve ser verificado, ao analisar uma falha, em um elemento mecânico que será recuperado por solda?
- Realizando a análise, pode-se determinar três tipos de causas de danos. Quais são?
- Quais as causas mecânicas que podem dar início à propagação de uma trinca?