

FRAGILIZAÇÃO POR HIDROGÊNIO EM PARAFUSOS E PREGOS TEMPERADOS

Autor: Eng.º João Maurício I. Furtado (Nitek)

O ferro e o aço, assim como diversos outros metais, podem absorver hidrogênio atômico durante alguns processos industriais a que são submetidos, formando hidretos e óxidos metálicos que alteram permanentemente sua microestrutura. A consequência mais nociva dessa interação do hidrogênio com o metal é a perda de suas propriedades mecânicas, especialmente a ductilidade, e o surgimento de fissuras que acarretam a falha (quebra) da peça, mesmo quando aplicadas cargas inferiores à tensão de escoamento do material. Esta interação é maior em aços com maior teor de carbono, especialmente aqueles tratados termicamente em processos de têmpera.

Os metais que são submetidos a tratamentos eletroquímicos de superfície após o processo de têmpera são especialmente suscetíveis. Nestes processos se faz a limpeza da superfície a ser tratada com ácidos (decapagem) e, posteriormente, realiza-se a eletrodeposição do revestimento com altas correntes elétricas. Ambos os processos são geradores do hidrogênio que permeia na estrutura cristalina do metal.

A decapagem ácida e a eletrodeposição de zinco estão entre os tratamentos superficiais mais comuns que causam este fenômeno. O hidrogênio atômico se difunde nos contornos dos grãos e migra para os pontos de maiores concentrações de tensões, aumentando a pressão até que a resistência do metal base seja excedida, e em pouco tempo ocorrem rupturas na superfície. O hidrogênio se move e penetra rapidamente nas novas rupturas. Este ciclo de pressão-penetração e ruptura continua até o metal romper-se, o que geralmente ocorre horas após a primeira tensão aplicada.

O hidrogênio também pode ser recombinado em superfícies internas de diversos tipos de defeitos para formar hidrogênio molecular gasoso. Quando esta recombinação ocorre em regiões próximas à superfície externa do metal e a pressão de gás H₂ resultante é suficientemente alta, podem ser formados blisters metálicos.

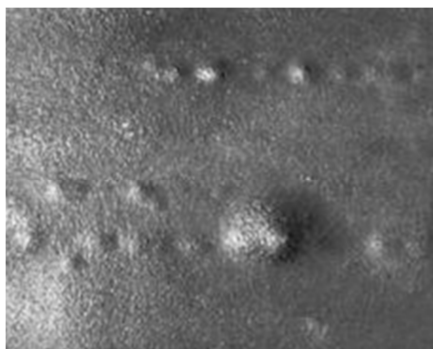
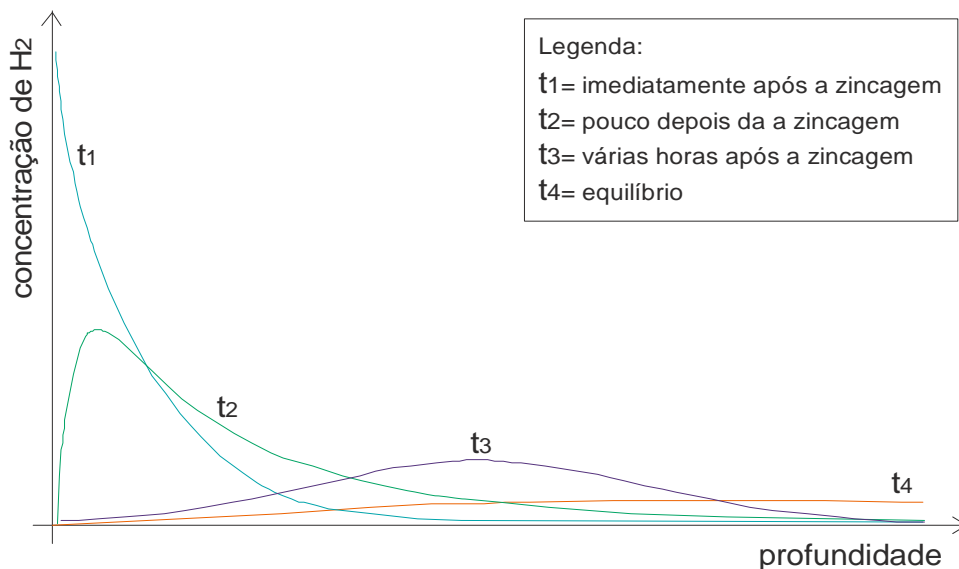


Foto 1 – superfície rugosa devido a bolhas de hidrogênio (“empolamento”)

A penetração do hidrogênio no interior do metal pode ser reduzida usando-se processos de eletrodeposição, contudo este não pode ser impedido totalmente.

Apesar do hidrogênio ser difundido atômica e no interior do metal, uma parte dele pode ser eliminado através de outro tratamento térmico, posterior à galvanização, conhecido como Desidrogenação. Para se obter o melhor desempenho deste tratamento, deve ser considerado que imediatamente após a zincagem o hidrogênio é localizado na região de

interface aço/zinco. Este alto gradiente de concentração pode ajudar em um alívio rápido de hidrogênio logo após a zincagem. Quando o gradiente de concentração torna-se menor, a migração do hidrogênio será mais lenta (ver figura a seguir).



Existe também um grau de concentração na direção do núcleo material base, que se torna maior quanto maior é o tempo de exposição ao hidrogênio, que penetra mais profundamente no aço. Assim, o tratamento térmico deve ser feito tão logo possível, para ter a vantagem de pegar a maior concentração ainda na superfície, tornando mais fácil sua eliminação.

A Desidrogenação pode variar de 3 a 24 horas dependendo da temperatura aplicada neste processo, da camada eletrodepositada, e da composição do banho utilizado na decapagem e eletrodeposição (galvanização). Normalmente utilizam-se temperaturas próximas a 200°C. Recomenda-se ainda que o processo seja efetuado em até 4h após o tratamento superficial.

Como alternativa à fragilização por hidrogênio em parafusos e pregos de alta resistência oriundos de tratamentos superficiais, utilizam-se processos que não geram hidrogênio, como a aplicação de camada organometálica (p.ex.: Skild™).

Conclusão

Os parafusos e pregos temperados a partir de aço 1045 exigem o processo de desidrogenação adequado para evitar sua quebra/falha durante e após sua aplicação. Este processo deve ser executado com o tempo e temperatura tal que evite a migração do hidrogênio atômico para o interior da estrutura do metal.

Referências bibliográficas:

HERRING, Daniel, **The Heat Treat Doctor**. Wire Forming Technology Int, 2010.

GENTIL, Vicente, **Corrosão**. 6.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011.

JANSEN, Rolf; TOMACHUK, Célia Regina, **Fragilização por Hidrogênio**. Revista do Parafuso, 2008.