

	Fragilização Por Hidrogênio	BT 001
	Boletim Técnico	Rev. 00 18/02/2016

1 OBJETIVO

Boletim explicativo referente ao entendimento sobre fragilização por hidrogênio em fixadores cementados ou temperados em aço carbono e aços liga classe 10.9, 12.9, G8 e G10.

2 FRAGILIZAÇÃO POR HIDROGÊNIO

A fragilização pelo hidrogênio é um termo que se refere a um comprometimento da propriedade de resistência à tração própria de um metal moldado ou de uma liga metálica, devido a uma infiltração de gases ou átomos de hidrogênio. Em suma, as moléculas de hidrogênio ocupam as moléculas do metal, de modo que ele reage e se torna um material mais frágil e propenso a rachaduras. Obviamente, a fragilização de hidrogênio é um problema bastante significativo na medida em que reduz a confiabilidade e a dureza do metal, afetando a integridade estrutural de pontes, grandes construções, arranha-céus, aviões, navios, etc. Em verdade, esse fenômeno natural leva a uma condição conhecida como insuficiência de fratura catastrófica e é a causa direta dos muitos desastres mecânicos que ocorrem com certos equipamentos ou estruturas metálicas.

O processo começa com a exposição a hidrogênio, que pode ocorrer enquanto um metal sofre determinados processos de fabricação, tais como a galvanoplastia. O sucesso do processo de chapeamento depende de preparação do metal com um banho de ácido antes que ele possa receber algumas camadas de cromo. A eletricidade é utilizada durante este método de decapagem; em seguida, se inicia o processo de revestimento, gerando uma reação chamada hidrólise, na qual as moléculas de água são quebradas em íons de hidrogênio carregados positivamente e carregada negativamente de hidróxido de ânions.

O hidrogênio também é um subproduto de reações corrosivas, como, por exemplo, a ferrugem. A decomposição de hidrogênio pode ser desencadeada igualmente pelas mesmas medidas tomadas para evitar a corrosão do metal e seu consequente enfraquecimento, quando são mal aplicadas. Por exemplo, a fragilização de hidrogênio muitas vezes é atribuída à proteção catódica, que se destina a aumentar a resistência à corrosão do metal revestido, modificando os componentes mais vulneráveis da matéria e ampliando sua proteção contra o hidrogênio.

Isto é conseguido através da introdução de uma corrente oposta para fazer anular as influências dos anodos metálicos que possuem um menor potencial de corrosão do que o metal em si. Com efeito, o material torna-se polarizado.

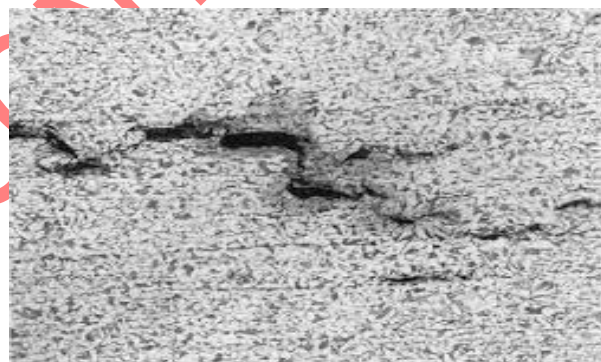
Uma vez que o hidrogênio está presente, porém, os átomos individuais começam a se dispersar em todo o metal e se acumulam em espaços minúsculos em sua microestrutura, onde então se reagrupam para formar moléculas de hidrogênio. O hidrogênio absorvido, agora retido, começa a procurar uma forma de escape. Ele faz isso ao provocar uma pressão interna, que permite ao hidrogênio emergir em bolhas que, eventualmente, se quebram na superfície do metal. Para combater esse processo, o metal deve ser recozido dentro de uma hora ou menos após passar pela galvanização. Esse processo permite que o hidrogênio aprisionado escape das camadas de revestimento, sem criar fissuras ou pontos de tensão.

Figura 01 - Microfissuras com acesso externo



Aumento 200 X

Figura 02 - Microfissuras na parte interna do parafuso



Aumento 250 X

Enquanto o hidrogênio pode penetrar na maioria dos metais, alguns tipos de metais e ligas são conhecidos por serem mais suscetíveis à fragilização por hidrogênio, sendo eles o aço magnético, o titânio e o níquel. Em contraste, o cobre, o alumínio e o aço inoxidável são menos acometidos. No entanto, o aço e cobre contendo o oxigênio podem se tornar vulneráveis à fragilização quando sujeitos à exposição de hidrogênio em alta temperatura ou pressão elevada. Respectivamente, esses materiais são impactados pelo ataque do hidrogênio ou pela fragilização em decorrência do vapor gerado por reações entre as moléculas de hidrogênio e de carbono ou pelos óxidos de cobre.

A fragilização por hidrogênio é associada a fixadores com dureza superior a 33 HRC e produzidos com aço carbono ou aço liga. Seu efeito pode causar diminuição da

ductilidade, trincas ou rupturas nos fixadores, ainda que aplicados sob tensões bem abaixo de suas resistências ao escoamento.

A absorção do hidrogênio livre do banho eletrolítico, ou de qualquer outra fonte, pode provocar a fragilidade do material. A decapagem ácida e a eletrodeposição de zinco estão entre os tratamentos superficiais mais comuns que causam a hidrogenização. Isto ocorre porque o hidrogênio atômico se difunde nos contornos dos grãos e migra para os pontos de maiores concentrações de tensões quando o fixador é apertado, aumentando a pressão até que a resistência da 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-ruptura penetração continua até o fixador romper-se, o que geralmente ocorre horas após a primeira tensão aplicada. Para neutralizar a fragilização por hidrogênio, os fixadores devem passar por um processo de desidrogenização. Não é possível prever exatamente o tempo e a temperatura deste processo, que pode variar de 4 a 24 horas a temperaturas próximas a 200° C, considerando o tipo e o tamanho do fixador, suas dimensões, propriedades mecânicas, processos de limpeza, espessura da camada depositada e processo utilizado no tratamento superficial por eletrodeposição.

De modo geral, recomenda-se que parafusos com durezas entre 33 e 40 HRC tenham permanência mínima de 4 horas a temperaturas próximas de 200° C, e que este processo seja efetuado em, no máximo, 1 hora após o tratamento superficial. A fragilidade por hidrogênio ocorre especialmente em níveis de resistência mais elevados, onde situam-se os parafusos ALEN e demais parafusos de alta resistência mecânica. Por este motivo, a FIXPAR / SGQ não recomenda, sob nenhuma hipótese, a zincagem em parafusos ALEN com dureza acima de 40 HRC. Uma das alternativas para evitar a fragilização por hidrogênio em parafusos de alta resistência é utilizar um processo de tratamento superficial que não tenha oferta de hidrogênio, como por exemplo, um zinco lamelar organometálico (Geomet).

CONTROLE DE ALTERAÇÕES		
Revisão	Data	Histórico
00	18/02/2016	Liberação para Utilização.