

A Siderurgia e a Economia do Hidrogênio



ANTONIO AUGUSTO GORNI

agorni@iron.com.br
www.gorni.eng.br

Engenheiro de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1981); Mestre em Engenharia Metalúrgica pela Escola Politécnica da USP (1990); Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2001); Especialista em Laminação a Quente. Autor de mais de 200 trabalhos técnicos nas áreas de laminação a quente, desenvolvimento de produtos planos de aço, simulação matemática, tratamento térmico e aciaria.

A disponibilidade de energia barata constituiu o principal fundamento da Revolução Industrial e, ainda hoje, é uma necessidade vital para nossa civilização. Dois séculos depois, os combustíveis fósseis ainda são a nossa principal fonte de energia. O problema é que nosso consumo aumentou a ponto de ameaçar a sobrevivência do planeta, já que o acúmulo de gás carbônico decorrente da queima desses combustíveis vem promovendo o aumento da temperatura ambiente.

A urgência em se dispor de energia barata - e, agora, também ecologicamente sustentável - vem motivando o desenvolvimento de novas maneiras de se obtê-la, aproveitando-se a luz e calor do sol, como também a força dos ventos e das marés. Também está sendo proposto o uso do hidrogênio como portador dessa energia, para uso em motores de combustão interna ou na geração direta de eletricidade em células de combustível. Mas o guizo do gato está na obtenção econômica e ecologicamente sustentável desse gás.

A matéria-prima mais barata e óbvia, a água, é constituída por uma molécula estável e, da mesma forma como o dióxido de carbono, requer grandes quantidades de energia para ser dissociada. Mas esse problema pode ser resolvido, ao menos em parte, usando-se a energia eólica gerada fora dos horários de pico, que não poderia ser aproveitada de outra forma. E os desenvolvimentos nessa área continuam seguindo.

A viabilização de uma economia baseada no hidrogênio como fonte de energia implica em muitos desafios, sendo um dos principais o desenvolvimento de materiais adequados para os equipamentos usados na síntese desse gás, bem como para seu transporte e armazenamento. Mas já há muito tempo a siderurgia vem lidando com os problemas causados pelo hidrogênio, já que os aços usados nos dutos e tanques de hidrocarbonetos líquidos e gasosos são sujeitos ao ataque por esse gás. O ácido sulfídrico úmido,

presente em quantidade crescente à medida que uma jazida petrolífera vai sendo explorada, dissocia o hidrogênio molecular em atômico sobre a superfície interna dos tubos de aço.

Uma vez que o átomo de hidrogênio é extremamente pequeno em relação ao do ferro, ele acaba por entrar na parede do tubo e se difunde em seu interior, fragilizando o aço. Além disso, o hidrogênio eventualmente pode ser capturado em heterogeneidades da microestrutura, tais como vazios de solidificação, inclusões não-metálicas, precipitados, interfaces entre ferrita e cementita, etc.

Conforme a eficiência dessas armadilhas, pode ocorrer a recombinação do hidrogênio atômico (H^*) em molecular (H_2), bloqueando definitivamente sua difusão pelos átomos de ferro. Isso leva facilmente ao acúmulo de quantidade suficiente de hidrogênio para gerar pressão superior ao limite de resistência do aço, nuclear uma trinca e, se o material usado no tubo não for suficientemente tenaz, ela poderá se propagar e eventualmente danificar significativamente o tubo.

Por esse motivo, os dutos que devem trabalhar sob tais condições - ou seja, sob o chamado sour service - precisam apresentar microestrutura a mais homogênea possível, baixos teores de elementos residuais como fósforo e enxofre, minimização da presença de inclusões não-metálicas e globulização das que permanecerem no metal. Tudo isso exige processos de refino, solidificação e laminação extremamente sofisticados, mas cujo custo precisa ser minimizado dentro da situação de competição ultradarwiniana que caracteriza os tempos atuais da siderurgia mundial. Poucas usinas no mundo conseguem produzir esse material com lucro, mas o Brasil acaba de instalar uma linha bastante moderna para refino de aço e laminação de chapas grossas que tem todas as condições para vencer esse desafio. 🇧🇷