

AValiação de Sensores Bimetálicos para a Detecção e Medição de Hidrogênio Permeado Através de Estruturas Metálicas

Alexandre Michel Maul, Haroldo A. Ponte, Luiz Augusto Maria Corrêa

Introdução

Principal problema:

- **Controle da deterioração nas estruturas de aço das unidades refino de petróleo.**
 - Causa: Mecanismos envolvendo a penetração de hidrogênio no aço e corrosão sob tensão
 - Relevância: aproximadamente 50 % dos casos é consequência da penetração de hidrogênio

Tipos de corrosão:

- Trincas induzidas por hidrogênio (HIC)
- Trinca induzida por empolamento de hidrogênio (HBIC)
- Trinca induzida por tensões orientadas provocadas por hidrogênio (SOHIC)
- Trinca sob tensão por enxofre (SSC)

Métodos de determinação

Hidrogênio retido

- Extração a vácuo

Hidrogênio móvel (permeado)

- Sensores de pressão

- Inserção (A)
- Externos (B)

- Sensores eletroquímicos

- Inserção
- Sonda de paládio (C)

- Sonda de níquel (Barnacle cell)
- Sonda de níquel – NiOOH (D)
- Sondas de eletrólito sólido

- Sensores de vácuo
- Células combustíveis

Estado da arte

Geração de hidrogênio:

- Formação de prótons
- Formação de hidrogênio atômico (H^0)
- Gás hidrogênio (H_2), adsorvido na estrutura metálica

Tipo de dano:

- 1) Dependente da microestrutura
 - Elementos de liga
 - Microestrutura
 - Resistência
 - Segregação de fases
 - Forma de inclusões não-metálicas

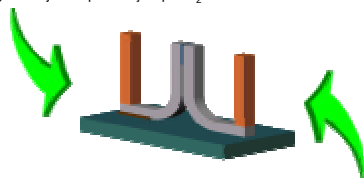
O Modelo proposto

Princípio de funcionamento

- Diferenças na densidade eletrônica na rede atômica de cada material
- Alterações nas propriedades físicas de uma junção de condutores dissimilares
- Influenciada pelo fluxo de hidrogênio atômico

Construção:

- **Par sensor, soldado e/ou unido** à superfície metálica sob permeação, de tal modo a formar uma continuidade metalúrgica - sujeito à permeação por H_2



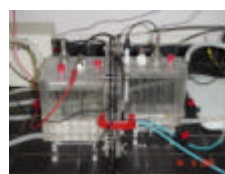
- Par de referência, apenas fixo à superfície metálica de tal modo que não forme nenhuma continuidade metalúrgica com aquela superfície - **Não** sujeito à permeação por H_2
- O par sensor e o par de referência são ambos conectados a medidores de potencial elétrico, sendo a diferença entre os pares uma função do fluxo de hidrogênio que atravessa a superfície

Objetivos

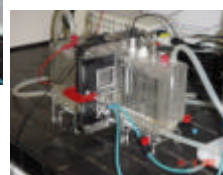
- Estudo do comportamento eletroquímico do hidrogênio;
- Estudos dos fenômenos que levam à existência de uma diferença de potencial em função do fluxo de hidrogênio através do sensor;
- Estudo dos efeitos de carregamentos e descarregamentos sucessivos sobre:
 - tempo e resposta do sensor;
 - histerese/amortecimento do sinal de resposta;
 - vida útil, efeito da temperatura;
 - influência do par bimetálico utilizado para a construção do sensor;
- Comparação entre sensores convencionais (CDS) e bimetálicos.

Materiais e Métodos

- Construção de célula de geração de hidrogênio e detecção de hidrogênio modificada;



Célula completa



Bancada completa (célula e sistema de controle)



Sistema de aquisição de dados (computadores e rotina em LabView™):



- Construção de diversos sensores utilizando pares bimetálicos diferentes;
- Avaliação do comportamento dos novos sensores, com relação ao tempo de resposta, histerese após carregamentos e descarregamentos sucessivos, influência da temperatura, vida útil, entre outros;
- Comparação dos novos sensores com sensores tradicionais (CDS) e sensores compostos de pares bimetálicos (materiais) diferentes.

Resultados preliminares

- Capacitação de um corpo de pesquisadores com relação à avaliação completa de sensores bimetálicos de hidrogênio permeado

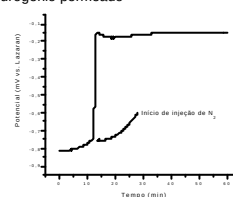


Figure 1 – Efeito da deaeração da solução de detecção com nitrogênio

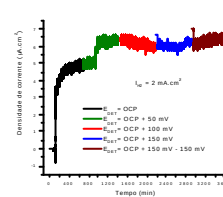


Figure 3 – Variação da corrente de permeação com o potencial de detecção (vs. Lázaro), revestido com Pd, borbulamento de N_2 , 25 °C, $i_{H_2} = 2 \text{ mA.cm}^2$

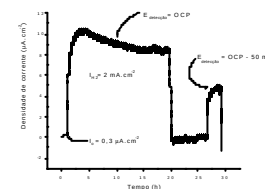


Figure 2 – Corrente de permeação de hidrogênio na meia célula de Devanathan-Stachurski, revestido com 1-2 µm, borbulamento de N_2 , 25 °C, $i_{H_2} = 2 \text{ mA.cm}^2$

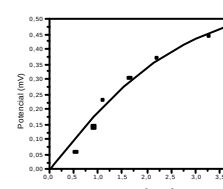


Figure 4 – Fluxo de hidrogênio permeado vs. variação de potencial de um sensor bimetálico

Agradecimentos

