Análise de inibidor natural de corrosão em ensaios de impacto do aço carbono 1020

Analysis of natural corrosion inhibitor in impact tests of 1020 carbon steel

Análisis de inibidor natural de corrosión en ensayos de impacto del acero carbono 1020

Revista Dissertar Nº30 V.1 ANO XIV

DOI: 10.24119/16760867ed114247

Data de submissão: 15-10-2018

Data de aceite: 30-10-2018

por Maria de Lourdes Martins Magalhães¹, Cícero Vianna de Abreu², Evelyn de Oliveira Brazil³, Fernando de Oliveira Ferreira⁴, Katia Kelly B. Bandeira⁵ e Julio da Silva Lira⁶

Resumo

Aços carbonos são materiais muito utilizados na engenharia devido a sua grande diversidade e propriedades oferecidas. Basicamente são compostos por ferro e carbono, se diferenciam através da porcentagem de carbono presente na sua composição, o que indica sua classificação como doce ou duro. Apesar de apresentar significativas propriedades mecânicas, elevados números de equipamentos deteriorados quando submetidos a meios corrosivos são detectados na indústria, acarretando altos gastos com manutenção e até a substituição dos mesmos. Assim, estudos de inibidores de corrosão são altamente importantes, uma vez que há um incremento na durabilidade do material. Entretanto, os inibidores convencionais, apesar de sua eficiência, revelam taxas

1 Maria de Lourdes Martins Magalhães: Química, Mestre em Engenharia Metalúrgica e Materiais e Doutora em Ambiente com ênfase em Tecnologia. Professora e Pesquisadora da Universidade Estácio de Sá. E-mail: malu_mar@live.estacio.br

2 Cícero Vianna de Abreu: Engenheiro Mecânico e de Automóveis, Mestre em Engenharia Mecânica e Doutor em Ciência dos Materiais. Professor Assistente da Universidade Estácio de Sá. E-mail: cvabreu@mls.com.br

3 Evelyn de Oliveira Brazil: Graduanda em Engenharia Mecânica pela Universidade Estácio de Sá com participação em Iniciação científica pela FAPERJ. E-mail: evellynbrazil@hotmail.com

4 Fernando de Oliveira Ferreira: Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade Estácio de Sá com participação em Iniciação Científica pela UNESA. E-mail: fernandomec.ind@gmail.com

5 Katia Kelly B. Bandeira: Bacharel e Licenciada em Química, Pós-graduação em Docência Superior. Técnica de Laboratório na Universidade Estácio de Sá. E-mail: katia.bandeira@estacio.br

6 Julio da Silva Lira: Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade Estácio de Sá com participação em projeto de pesquisa. Técnico de laboratório na Universidade Estácio de Sá. E-mail: juliolira91@gmail.com

de toxicidade quando descartado ou posto em contato com o meio ambiente. Pesquisas sobre inibidores de corrosão naturais estão sendo realizadas, o que norteia o objetivo do presente trabalho em analisar a eficiência do inibidor natural de extrato do chá branco em ensaios de perda de massa e de impacto em corpos de prova de Charpy de aço carbono 1020. Os resultados dos ensaios apontaram uma atenuação no processo corrosivo, além da preservação das propriedades mecânicas em ensaios de impacto do aço em meio ácido na presença dos inibidores naturais.

Palavras-chave: Aço carbono. Corrosão. Ensaio de Charpy. Inibidor.

Abstract

Carbon steels are materials widely used in engineering due to their great diversity and properties offered. Basically composed of iron and carbon, they differentiate by the percentage of carbon present in their composition, which leads to their classification in rough mode of sweet or hard. Despite having large properties, high numbers of deterioration of equipment subjected to corrosive media are detected in the industry, leading to high maintenance costs and even replacing them. Studies of corrosion inhibitors are highly important as it increases the durability of the material. However, conventional inhibitors, though their efficiency, reveal toxicity rates when discarded or put in contact with the environment. For this reason, research on natural corrosion inhibitors is being carried out, in which the aim of the present work is to analyze the efficiency of the natural inhibitor of white tea extract in the mass loss and Charpy tests with of 1020 carbon steel. The obtained products indicated an attenuation in the corrosive process, besides maintaining significantly the mechanical properties in impact tests of the steel in acid medium in the presence of the natural inhibitors.

Keywords: Carbon steel. Corrosion. Charpy tests. Inhibitor.

Resumen

Los aceros carbono son materiales muy utilizados en la ingeniería debido a su gran diversidad y propiedades ofrecidas. Básicamente están compuestos por hierro y carbono, se diferencian a través del porcentaje de carbono presente en su composición, lo que indica su clasificación como dulce o duro. A pesar de presentar significativas propiedades mecánicas, altos números de equipos deteriorados cuando son sometidos a medios corrosivos son detectados en la industria, acarreando altos gastos de mantenimiento e incluso la sustitución de los mismos. Así, estudios de inhibidores de corrosión son altamente importantes, ya que hay un incremento en la durabilidad del material. Sin embargo, los inhibidores convencionales, a pesar de su eficiencia, revelan tasas de toxicidad cuando es descartado o puesto en contacto con el medio ambiente. Las investigaciones sobre los inhibidores de la corrosión naturales se están realizando, lo que orienta el objetivo

del presente trabajo en analizar la eficiencia del inhibidor natural de extracto del té blanco en ensayos de pérdida de masa y de impacto en cuerpos de prueba de Charpy de acero carbono 1020. Los resultados de los ensayos apuntaron una atenuación en el proceso corrosivo, además de la preservación de las propiedades mecánicas en ensayos de impacto del acero en medio ácido en presencia de los inhibidores naturales.

Palabras clave: Acero al carbono. Corrosión. Ensayo de Charpy. Inhibidor.

Introdução

Entre os materiais mais utilizados no cotidiano pela indústria estão os aços. Por sua grande variedade e escala disponível no mercado, o aço torna-se um material acessível ao relacionar seu uso com os seus benefícios.

Segundo Chiaverini (2002, p. 22), o aço é uma liga de natureza relativamente complexa e sua definição não é simples, visto que, a rigor, os aços comerciais não são ligas binárias. Embora os principais elementos de liga sejam o ferro e o carbono, grande parte dos aços contém também outros elementos presentes. Diante disso, define-se o aço como uma liga Ferro-Carbono, contendo em geral de 0,008% até aproximadamente 2,11% de carbono, além de alguns elementos secundários, como Silício e Manganês, decorrentes dos processos de fabricação. O aço mais utilizado é o aço SAE 1020 que apresenta características satisfatórias como soldabilidade e forjabilidade, o que confere aplicabilidade industrial, embora possua significativa degradação (SILVA, 2014).

A corrosão é um fenômeno processo espontâneo que pode ser conceituado como a deterioração de um material devido à reação química ou eletroquímica com seu meio. Este fenômeno ocorre no ferro e em muitas ligas ferrosas, como o aço carbono tratado neste trabalho, quando expostos à atmosfera ou submersos em águas naturais ou a outros meios corrosivos. Por conta dos altos gastos provenientes desse processo, que incluem desde a manutenção até a troca de peças e equipamentos, torna-se forçoso buscar um procedimento alternativo que dificulte o progresso da reação anódica, para que desta maneira retarde a velocidade da reação de corrosão.

De acordo com a revista Fator Brasil (2016), entre 1% e 5% do PIB dos países é gasto com corrosão. No Brasil, o valor do PIB é de 4%, acarretando um gasto de R\$ 236 bilhões ao ano.

Os inibidores são substâncias que auxiliam na minimização da corrosão e podem ser classificados quanto à sua composição (orgânicos ou inorgânicos) e quanto ao seu comportamento (oxidantes, não-oxidantes, anódicos, catódicos ou de adsorção). A escolha do inibidor dependerá do objetivo desejado, já que a viabilidade dessas substâncias está ligada às taxas de corrosão que devem ficar abaixo

do limite desejado. O monitoramento do processo deve ser executado a fim de evitar o vazamento de produtos e contaminação do meio ambiente.

Diante do exposto, o estudo de inibidores naturais vem ganhando força, visto que não são agressivos para o meio ambiente, fortalecendo a sustentabilidade, pois além de não serem tóxicos, são provenientes de um recurso natural renovável, biodegradáveis e de baixo custo (FELIPE et al., 2013), agregando ao seu uso não só fatores ambientais como também econômicos

Metodologia

Produção dos extratos inibidores

A espécie vegetal de *Camellia sinensis* é cultivada em vários países e, em sua composição apresentam-se substâncias como flavonoides, polissacarídeos e cafeína (LOTO et al., 2011).

Os principais tipos de chás provenientes dessa espécie são distinguíveis pelo seu processamento (TEIXEIRA, 2015). No caso do presente trabalho usou-se o chá branco que é preparado a partir de folhas jovens da *Camellia sinensis* (FIGURA 1), retiradas antes que as flores desabrochem, cujos botões são protegidos e não sofreram oxidação.

Figura 1 – Folhas de *Camellia sinensis*

Fonte: JARDIM DE FLORES, 2018

Para o preparo dos extratos, pesou-se separadamente 5,0000 g de chá branco macerado em balança com precisão de 0,1 mg. Em seguida adicionou-se 150 mL de água destilada e deionizada, submeteu-se a temperatura constante de 100 °C durante 30 minutos e filtrou-se cada solução a vácuo com papel de filtro quantitativo (FIGURA 2). Após, o filtrado foi armazenado em vidro âmbar e acomodado em geladeira até a realização dos ensaios de perda de massa.

Figura 2 – Processo de filtragem do chá

Fonte: Elaborado pelos autores

Produção dos corpos de prova

Os corpos de prova (CP) de charpy foram fabricados com aço carbono 1020, de acordo com a norma ASTM E23-12c, assim como os eletrodos. Os CPs foram polidos com lixas d'água (100 a 600 mesh), lavados com água deionizada, secos e mantidos em dessecador até a realização dos ensaios. Para os ensaios em presença do inibidor, utilizou-se um volume de extrato de 40 mL para 60 mL de HCl 1 mol L⁻¹.

Ensaio de perda de massa por imersão total (IT)

Inicialmente os ensaios foram realizados com corpos de prova de aço carbono 1020, com área de 2 cm², denominados eletrodos. Assim, foram imersos em solução contendo apenas HCl 1 mol L⁻¹ durante 4, 24 e 48 horas em temperaturas ambiente (25°C) e 50°C. Posteriormente, na presença do inibidor, no mesmo intervalo de horas e mesmas temperaturas. Os resultados serviram de apoio aos ensaios subsequentes.

Já os corpos de Charpy foram designados para os extremos de tempo e temperatura, submetidos aos tempos de 4 e 48 horas, à 50°C na ausência e presença de inibidor. No método gravimétrico, a perda de massa é obtida através da medida da massa dos corpos de prova antes e após cada etapa. Após os processos, os CPs foram lavados com água deionizada e secos.

Ensaio de impacto (Charpy)

Os ensaios de Charpy foram realizados na máquina universal de ensaios de impacto da marca Wolpert (FIGURA 3). Os CPs foram analisados em três situações: no aço nu (sem corrosão), na ausência e na presença do inibidor. Os ensaios foram realizados no Instituto Militar de Engenharia (IME).

Figura 3 – Máquina universal de ensaios de impacto marca Wolpert

Fonte: Elaborado pelos autores

Resultados e Discussão

Ensaio de perda de massa em imersão total (IT)

Os ensaios preliminares de perda de massa iniciados com os eletrodos foram de grande importância para as etapas seguintes. A imersão dos CPs em solução ácida na ausência do inibidor no intervalo de 48 horas à 50°C, apontou a existência de estilhaços do aço 1020 na solução, decorrente do processo de corrosão (FIGURA 4). A mesma análise cabe para o corpo de prova de impacto (FIGURA 5).

Figura 4 – Corpo de prova após imersão em HCl 1 mol L⁻¹ no período de 48 horas sem inibidor.

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 5 – Corpo de prova de impacto após imersão em HCl 1 mol L⁻¹ no período de 48 horas sem inibidor.

Fonte: Elaborado pelos autores

Como observado, o aço SAE 1020 sofreu ataque corrosivo, o que pode ser identificado pelas rugosidades no corpo de prova após o ensaio. Na presença do inibidor de extrato de chá branco, o processo corrosivo foi reduzido tanto visualmente como quantitativamente (FIGURAS 6).

Figura 6 – Corpo de prova de charpy após imersão em HCl 1 mol L⁻¹ no período de 48 horas com inibidor de chá branco.

Fonte: Elaborado pelos autores

Os valores de perda de massa alcançados nos ensaios com os eletrodos e com os CPs de impacto, ambos imersos em solução ácida na ausência e presença dos inibidores de chá branco nas circunstâncias impostas, situam-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Ensaios de IT do aço 1020 em HCl 1 mol L⁻¹ na ausência e presença de inibidor durante 4, 24 e 48 horas à temperatura ambiente e 50 °C

Ensaio is Prelimina res de Perda de Massa		
Tempo (horas)	Parâmetro do ensaio	Δm (g)
4	sem inibidor T ambiente	0,0515
24		0,1209
48		0,1898
4	sem inibidor 50°C	0,3805
24		2,4155
48		4.5673
4	com inibidor T ambiente	0,0039
24		0,0070
48		0,0109
4	com inibidor 50°C	0,0084
24		0,0370
48		0,0581

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de IT do aço 1020 em solução de HCl 1 mol L-1 na ausência e presença do inibidor de chá branco durante 4 horas e 48 horas à 50 °C.

Ensaio de Perda de Massa em CPs de Charpy		
Tempo (horas)	Parâmetro do ensaio	Δm (g)
4	sem inibidor	0,2896
48		6,6037
4	com inibidor	0,0496
48		0,1984

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados dos ensaios, foram como esperados certificando a eficiência do inibidor. A variação verificada na Tabela 1, serviu como parâmetro para o ensaio com os CPs de Charpy e para veracidade da proposta da pesquisa. O fenômeno cogitado para a proteção anticorrosiva é por adsorção, que se resume na adesão das moléculas de um fluido na superfície de um sólido. Com isso, é formado um filme protetor no corpo de e sua eficácia depende da temperatura e tamanho da superfície. No presente caso, intui-se que as moléculas do extrato de chá branco aderiram-se na superfície dos CPs e possibilitou sua proteção do ataque corrosivo, demonstrando numericamente nas tabelas acima a sua ação quando comparados os parâmetros.

Ensaio de Impacto

O ensaio de impacto foi realizado em CPs de Charpy sem ataque corrosivo e ainda na ausência e presença do inibidor de chá branco. Os CPs foram fixados na máquina, onde foi verificado o grau de energia de absorção durante os ensaios. Os resultados demonstraram que os CPs na presença do inibidor exibiram um grau bem aproximado aos CPs sem o ataque corrosivo.

A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de impacto onde estão registrados a energia de absorção de cada CP de aço carbono 1020 sem ataque corrosivo e em meio ácido, na ausência e presença do inibidor de chá branco.

Tabela 3 - Ensaio de impacto no aço carbono sem corrosão e em meio de HCl, na ausência e presença dos inibidores

Ensaio de Impacto		
Tempo (horas)	Parâmetro do ensaio	Energia de absorção (J)
	sem corrosão	214
4	sem inibidor	162
48		74
4	com inibidor	214
48		144

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados obtidos nos ensaios de impacto foram considerados notáveis, uma vez que atenderam ao objetivo, indicando que os corpos de prova em meio ácido na presença do inibidor de chá branco se aproximaram significativamente da absorção de energia por impacto de um corpo de prova na ausência do processo corrosivo.

Conclusão

A adição de inibidores naturais de chá branco ao meio ácido apontou a eficácia do processo tanto nos ensaios de perda de massa como na minimização da redução das propriedades mecânicas do aço carbono 1020.

Notório salientar que o inibidor nas situações propostas reduz a velocidade do processo corrosivo. As operações de limpeza de dutos que utilizam soluções ácidas tornam-se menos agressivas ao material e ao meio ambiente.

Dessa forma, os inibidores naturais, devem ser mais estudados, já que utilizam uma tecnologia limpa e pró ativa para um dos maiores problemas no universo dos metais, pois as falhas e o custo de manutenção com o combate da corrosão, afeta não somente o aspecto econômico como também o desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais ao Programa Pesquisa Produtividade da Universidade Estácio de Sá e FAPERJ pela incitação e ao IME pelo apoio na execução dos ensaios mecânicos.

Referências

ASTM. American Society for Testing and Materials. ASTM E23 – 12c: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials. Philadelphia, 2012.

CHIAVERINI, V. "Aços e Ferros Fundidos. 7o edição". Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM, p. 22 (2002).

FELIPE, M.B.M.C. et al. Aspectos gerais sobre corrosão e inibidores vegetais. Revista Virtual de Química, 5 (4), 746-758, 2013.

INIBIDORES de corrosão. São Paulo: Aporte, 2007. Disponível em: <<http://www.abraco.org.br/src/uploads/2016/01/Revista-corrosao-e-protecao-14.pdf>>. Acesso em: 03 jul 2018.

JARDIM DE FLORES. A hora e a vez do chá branco. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/sinergia/s16chabranco.htm>>. Acesso em: 14 ago 2018.

LOTO, C.A.; LOTO, R.T.; POPOOLA, A.P.I. Inhibition Effect of Extracts of Carica Papaya and Camellia Sinensis Leaves on the Corrosion of Duplex ($\alpha\beta$) Brass in 1M Nitric acid. Int. J. Electrochem. Sci., 6, 4900-

4914, 2011. NACE. Corrosion costs and preventive strategies in the United States of America. 2002. Disponível em <http://www.NACE.org>. Acesso em 06 jul 2018.

PORTAL FATOR BRASIL. Disponível em: <http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=334281#>. Acesso em: 20 jul 2018.

SILVA, M. V. F. et al. Corrosão do Aço-carbono: uma Abordagem do Cotidiano no Ensino de Química. 2015. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422015000200293>. Acesso em: 21 ago 2018.

TEIXEIRA, V. M. et al. Estudo da Ação Inibidora do Extrato de *Camellia sinensis* na Corrosão do Aço-carbono 1020 em HCl 1 mol L⁻¹. Revista Virtual de Química, 2015, 7 (5), 1780-1794. Acesso em: 19 de julho de 2018.