

Desenvolvimento de um sistema para realização de ensaios de corrosão com erosão em condições de fluxo bifásico, com impacto de partículas sólidas.

RESUMO

Matheus Henrique Silva Pereira
matper@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

Paulo Cezar Tulio
pauloctulio@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

OBJETIVO: Projetar e montar uma célula para ensaios de erosão-corrosão com fluxo bifásico, de acordo com parâmetros empregados em literatura. Realização de ensaios de perda de massa com a célula montada. **MÉTODOS:** Cálculos de área de ataque e velocidade de fluido, definição de ângulo de ataque e montagem da célula com base nestes parâmetros. Ensaios de perda de massa após tempos definidos de ataque em amostras de aço. **RESULTADOS:** Foi possível se construir um sistema adequado para a realização dos ensaios de corrosão-erosão e realizar ensaios exploratórios de perda de massa com o mesmo. **CONCLUSÕES:** A célula para corrosão-erosão foi montada após um grande período de planejamento e testes de materiais adequados para sua construção. Nos primeiros ensaios a célula mostrou-se adequada, seguindo padrões da literatura. Porém, o fluxo bifásico causou problemas nas partes mecânicas e elétricas da bomba, levando à falha. Modificações na bomba se fazem necessárias.

PALAVRAS-CHAVE: Corrosão-erosão. Fluxo bifásico. Montagem de célula.

INTRODUÇÃO

Ao se consultar a literatura referente à corrosão nota-se que esse fenômeno, normalmente espontâneo, que sucintamente é definido como uma sucessão de reações de oxidação e redução, está presente em diversas áreas do setor industrial, da infraestrutura e da tecnologia. Este processo químico resulta nas transformações de características dos metais, afetando a durabilidade e desempenho (GENTIL, 1996).

Estes materiais, principalmente aços e ligas metálicas são quase que onipresentes no desenvolvimento industrial, tendo aplicação nas mais variadas ramificações da indústria. Em todas essas aplicações, grandes investimentos são direcionados e para a viabilidade é necessário que os materiais apresentem uma constância de suas características iniciais. A literatura fornece dados referentes aos gastos gerados pelo fenômeno em questão, a corrosão. Chegou-se a avaliar que cerca de 3,5% do PIB de países industrializados são relacionados com a corrosão, direta ou indiretamente (VERINCK, 2000).

A corrosão se dá de diferentes formas, estando ou não associada a processos mecânicos. É de interesse, para o decorrer do presente trabalho, a definição de erosão metálica, visto que o projeto está relacionado à este tema. A erosão pode ser definida como um fenômeno puramente mecânico, de perda progressiva da massa de material de uma superfície sólida, que basicamente consiste de uma colisão constante de partículas sólidas (ASTM G40-10b, 2011). A associação dos dois fenômenos, de corrosão e erosão, a chamada erosão-corrosão, motivador de estudo do trabalho, pode ser definida como uma grande gama de processos que se dão na presença de um fluxo, onde estão presentes partículas sólidas. Tal associação de fenômenos é sinérgica, visto que em muitos casos, passam a atuar como catalizadores dos processos de erosão e corrosão (UHLIGH, 2011).

Dado isto, foi proposto no projeto a que se refere este resumo, construir um sistema que permitisse a avaliação da erosão-corrosão e realização de ensaios, no laboratório de pesquisas em eletrodeposição e corrosão da UTFPR – Cornélio Procópio. Tal sistema ainda não estava disponível no laboratório, apenas medidas de corrosão podiam ser feitas. Com o sistema de ensaio montado ampliam-se as potencialidades para trabalhos de pesquisa e ensaios para indústria.

MÉTODOS

MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM DA CÉLULA EROSIÃO-CORROSÃO

Após consulta em artigos relacionados com erosão-corrosão, definiu-se que a célula de ensaio seria constituída de uma bomba centrífuga, um copo cilíndrico de acrílico adaptado a uma peça usinada feita de tecnil provida de uma abertura circular ao centro, para possibilitar um maior rigor na área sujeita ao ataque. A bomba utilizada, possuía vazão ideal de 1950 L/h.

As ligações entre a bomba e a célula se deram através de mangueiras de silicone e adaptadores do tipo engate rápido, mantendo sempre a bomba submersa em água para evitar um sobreaquecimento durante sua operação.

O convergente de fluxo utilizado foi um tubo plástico em perfil L, com entrada de 18 mm e saída de 6 mm. Dentro do recipiente o fluxo de fluido dava-se a 90° em relação a amostra.

METODOLOGIA PARA ENSAIOS DE PERDA DE MASSA

Para os primeiros testes com a célula, em caráter exploratório, realizaram-se ensaios de erosão com amostras de aço, acompanhando a variação de massa em função do tempo. Foram utilizadas amostras de aço SAE1020, onde estas possuíam apenas uma das faces exposta, as outras estavam revestidas por uma resina epóxi.

Antes do início do ensaio eram aplicados procedimentos de limpeza da peça, onde eram feitos: polimentos usando lixas de granulometria 200, 400 e 600, de forma circular, em presença de água deionizada, limpeza com esponja verde-amarela, usando o lado mais abrasivo (verde), e secava-se com papel absorvente, limpeza da superfície com acetona e secagem.

Após isso, a amostra era adaptada à célula para ensaio. Em todo o processo, luvas cirúrgicas foram utilizadas para minimização do contato com a peça. Após o ensaio de erosão, no tempo definido, as amostras eram retiradas e o processo de limpeza descrito anteriormente, com exceção dos polimentos, era repetido até que se atingisse uma estabilização na perda de massa, indicando que não há produtos de corrosão aderidos a superfície da amostra, de acordo com a norma ASTM G1-03.

MATERIAIS UTILIZADOS NOS ENSAIOS DE EROSIÃO

Os ensaios realizados utilizaram água da rede de abastecimento e partículas de areia (SiO_2), as quais estavam em uma faixa granulométrica de 180 – 312 μm , valores estes que são normalmente empregados na literatura (ANDREWS, 2014; APERADOR, 2013; IGE, 2016). A areia empregada foi areia fina de construção, onde a faixa granulométrica foi obtida por meio de peneiras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS DE OPERAÇÃO RELACIONADOS COM A BOMBA

A bomba centrífuga apresenta uma vazão de 1950 L/h, especificado em seu manual, porém sabe-se que este valor se dá para uma situação ideal, sendo assim fez-se necessário, primeiramente, o cálculo da vazão real da bomba para a tarefa em questão. A célula de ensaio ficaria a uma altura de 20 cm do impelidor da bomba e calculou-se a vazão para essa altura. O cálculo consistiu em medir repetidas vezes quanto tempo seria necessário para que a bomba preenchesse um determinado volume. A vazão, para a altura dada foi de $370,8 \pm 21,5 \text{ L h}^{-1}$.

O valor da vazão foi necessário para se calcular a velocidade com que o fluido atingiria a amostra. Para a saída de fluido do convergente de fluxo, o diâmetro era de 6 mm, a área circular do orifício de saída pode ser calculada:

$$A = \pi \cdot r^2 = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

Tendo-se o valor de área e vazão, é possível se calcular a velocidade de saída do fluido (v):

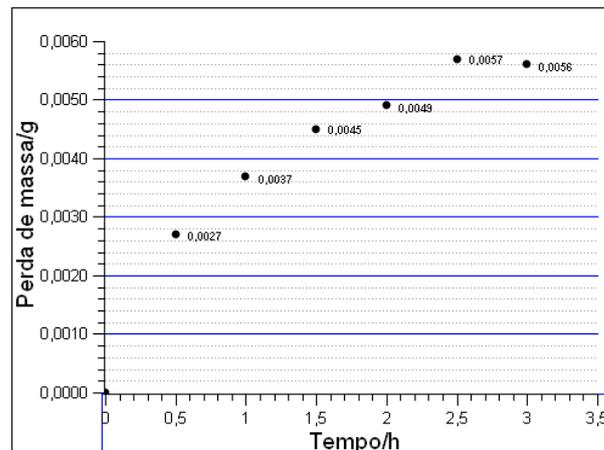
$$v = Q / A = 3,68 \text{ m.s}^{-1}$$

Como a distância entre a amostra e a saída de fluxo foi pequena, da ordem de 3 mm, considerou-se que o fluido atinge a amostra com essa velocidade. Este valor de velocidade também é comum na literatura.

PRIMEIROS ENSAIOS RELACIONADOS COM PERDA DE MASSA SOB CONDIÇÕES DE EROÇÃO

Após o término da confecção da célula, ensaios foram feitas em caráter exploratório. Estes foram realizados utilizando uma relação de massa de areia por volume de água de 20 g/L e 120 g/L. O tempo de exposição da amostra ao fluxo erosivo foi de 30 minutos. Após este tempo, a amostra sofria o processo de limpeza e pesagem descrito em MÉTODOS, reinserindo-se novamente na célula para prosseguimento do ensaio. Na Figura 1 observa-se que a amostra apresenta uma maior perda de massa no começo, como normalmente esperado, e há uma tendência de estabilização dessa perda para maiores tempos de exposição.

Figura 1 – Variação de massa em razão do tempo, para uma proporção de areia de 20 g/L e intervalos de 30 minutos.



Fonte: Autoria própria (2017).

Após essa análise com 20 g/L, iniciou-se o estudo com 120 g/L. Porém um problema foi encontrado. Pelas características da bomba a alta quantidade de partículas sólidas no fluido entrou em contato com as partes mecânicas e elétricas do impelidor da bomba, o que levou a bomba à falha. Antes desta falha, um tempo de cerca de 25 minutos transcorreu, e avaliou-se a perda de massa para este tempo. Esta correspondeu a 0,0091g. Para 20 g/L e 30 minutos de exposição a perda foi de 0,0027. Ou seja, como esperado, um maior número de partículas de areia causaria maior erosão.

Pode-se dizer que o sistema comportava-se adequadamente para o fim proposto. Porém mudanças devem ser aplicadas na bomba para evitar a interação entre suas partes internas e as partículas erosivas.

CONCLUSÕES

Uma célula para ensaios de corrosão-erosão utilizando fluxo bifásico (água + areia) foi montada de acordo com parâmetros normalmente empregados em literatura.

Testes iniciais para aço, com curvas de perda de massa em função do tempo de ataque, mostraram que ensaios podem ser conduzidos nesse sistema.

Como nota negativa, as partículas de areia entraram em contato com as partes mecânicas e elétricas da bomba, causando seu desgaste e o pouco tempo de vida útil da mesma. Modificações na bomba se fazem necessárias.

Com o decorrer do trabalho motivador do presente relatório, foram sanadas as dificuldades de padronização de medidas e materiais a serem utilizados, sendo assim, para uma futura confecção de novas células de ensaio ou melhorias, o tempo despendido tende a ser consideravelmente menor, dada a metodologia que foi possível determinar devido ao trabalho prático executado.

Development of a system for corrosion-erosion tests under conditions of solid particles impingement in a biphasic fluid.

ABSTRACT

OBJECTIVE: Projecting and assembling of a corrosion-erosion cell for tests in a biphasic fluid in agreement with literature. Mass-loss experiments with the cell. **METHODS:** Calculation of attacking area and fluid velocity, definition of angle of attack and assembling of the cell within these parameters. Tests of mass loss with the cell after fixed times of exposition of steel sample. **RESULTS:** It was possible the construction of the cell adequate for corrosion-erosion tests. Mass-loss experiments were performed with this cell. **CONCLUSIONS:** After a planning period and testing of materials for its construction it was reached the aim of the corrosion-erosion cell for tests, in accordance with literature parameters. First tests of mass-loss were performed. However, the pump employed failed due to contact of erosive flux with its internal parts. Modifications in the pump are necessary.

KEYWORDS: Corrosion-erosion. Biphasic fluid. Assembling of a cell.

AGRADECIMENTOS

Deixo os meus agradecimentos à UTFPR por disponibilizar os laboratórios e materiais para que fosse possível o andamento do trabalho, ao Professor Dr. Paulo C. Tulio pelo tempo e atenção empregados neste, aos meus pais, Edilson P. da Silva e Anair da S. Sarmiento, por todo o amparo desprendido, à minha namorada Anne Caroline P. Zechi, pelas contribuições diretas ou indiretas e ao amigo, Igor Fernando L. Teixeira, por não medir esforços em cooperar.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, N.; GIOURNTAS, L.; PEARSON, A. Effect of impact angle on the slurry erosion-corrosion of Stellite 6 and SS316. *Wear*, 320 (2014) pags. 143 - 151.

APERADOR, W.; AMAYA, C. ; CAICEDO, J. C. Determination of the Best Behavior of TiCN/TiNbCN (n) Multilayer Coating on Erosion-Corrosion Resistance with Varying Particle Angular Velocity. *Int. J. Electrochem. Sci.* 8 (2013) pags. 5275-5286.

ASTM, G1-03(2011). Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. West Conshohocken: ASTM International, 2011.

GENTIL, V. **Corrosão**. 3ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

IGE, O. O. ; UMORU, L. E. Effects of shear stress on the erosion-corrosion behaviour of X-65 carbon steel: A combined mass-loss and profilometry study. *Tribol. Intern.* 94 (2016) pags. 155 - 164.

VERINCK, E. D. **Economics of Corrosion**. In: Uhlig's Corrosion Handbook. Ed. by: REVIE, R. W. New York: John Willey, 2000, Ch. 2.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

PEREIRA, M. H; TULLIO, P. C. et al. Desenvolvimento de um sistema para realização de ensaios de corrosão com erosão em condições de fluxo bifásico com impacto de partículas sólidas. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Matheus Henrique Silva Pereira

Avenida Alberto Carazzai, 1640, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

