

Análise de corrosão em um componente aeronáutico ao final de sua vida útil.

Corrosion analysis on an aeronautical component at end of life.

RESUMO

No presente trabalho o alvo de estudo é um cilindro de motor a pistão aeronáutico que foi substituído por apresentar corrosão em sua parede interna. Os conceitos utilizados são, portanto, em relação a manutenção, corrosão e funcionamento de motores empregados na aviação. Buscou-se, através da realização de ensaios de corrosão e de revisão da literatura, obter dados que auxiliem no entendimento dos processos corrosivos, bem como os fatores contribuintes e agravantes. Por fim o presente trabalho visa tentar entender as possíveis causas que atuaram a favor do processo corrosivo presente no material de estudo e promovendo a segurança no trabalho dos operadores.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção. Corrosão. Motores aeronáuticos.

ABSTRACT

In the present study the cylinder of an airplane engine, what was changed because it had corrosion sign inside it, is the focus of the research. The concepts used in this study are preventive maintenance, corrosion and engines employed in aviation. The case study seeks, through the realization of tests of corrosion and of revision of the literature, to obtain information that could help to understand the corrosive processes, as well as contributory factors and aggravating circumstances. Finally, the present study try to understand the possible causes that acted on behalf of the corrosive process in the object of study, showing the importance of promoting the labor safety for the operators.

KEYWORDS: Maintenance. Corrosion. Aircraft engine.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Do primeiro voo até hoje, os aviões passaram por inúmeros avanços tecnológicos: são maiores, mais rápidos, voam por mais tempo, por maiores distâncias e com cargas cada vez mais pesadas, com todos esses avanços mudou-se também a tolerância a falhas. Deixaram de ser protótipos, para ser o segundo meio de transporte mais seguro mundo, atrás apenas do elevador. Falhas mecânicas devem ser evitadas ao máximo, e para isso é necessário que a aeronave se mantenha em bom estado (QUEIROZ, 2013).

Tem-se que o papel da manutenção que pode ser caracterizada como o processo que visa prolongar a vida útil do equipamento ou sistema. A manutenção pode ser feita antes da falha acontecer, chamada de manutenção preventiva, ou posterior a falha, a manutenção corretiva (outros tipos de manutenção serão abordados mais à frente). Dentro da aviação é extremamente desejável que a falha não aconteça (REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL, 2014).

Na aviação geral o processo de manutenção é baseado no manual de manutenção que cada aeronave possui, e também através das normas da ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil, através do RBAC 43, e recomendações e normas da OACI, Organização Internacional da Aviação Civil.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência a corrosão, utilizando-se de ensaios de corrosão de um componente presente em motores a pistão, amplamente utilizados em aeronaves monomotoras (SANTOS, 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho observou a corrosão em um motor Lycoming da família O-235 (Figura 1). Este componente foi concedido para experimentos por uma empresa prestadora de manutenção aeronáutica. A peça já apresentava indícios de corrosão, e por esse fato o proprietário da aeronave decidiu por substituí-lo. Segundo o site do fabricante o cilindro é usinado com uma liga de cromo, níquel, molibdênio e aço (HOMA, 2016).

Do cilindro foram cortados, com o uso de uma lixadeira, três amostras (Figura 2) de dimensões aproximadas, variando entre 130 e 140 mm de comprimento, 150 mm de largura e 120 mm de altura (DAER, 2019)

Os testes foram realizados com o uso do equipamento PGSTAT204 fabricado pela Metrohm Autolab B.V., um potenciostato, controlado por um computador através do software NOVA 2.1 (GENTIL, 1996). Para a polarização linear elaborou-se gráficos do potencial (E), medido em volts, em função do $\log(i)$. Os ensaios foram polarizados a uma taxa de 0,1mV/s.

Figura 1. Cilindro utilizado na realização dos testes.



Fonte: Autores, 2019.

Figura 2. Amostras, vista inferior



Fonte: Autores, 2019.

A montagem da célula eletrolítica foi feita utilizando-se de um béquer com uma tampa apropriada para a posição dos três eletrodos, sendo eles o corpo de prova, o contra eletrodo de platina e o eletrodo de referência. Foi utilizado como solução eletrolítica uma solução de cloreto de sódio a 1 molar (NaCl).

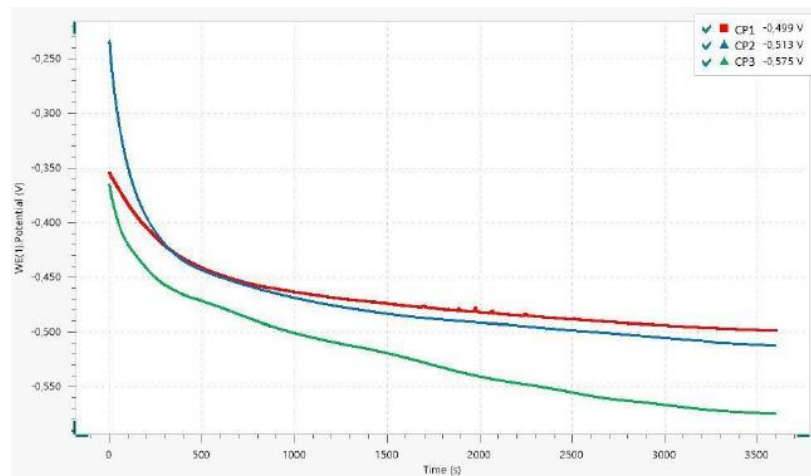
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final das análises potenciométricas, para cada amostra, gerou-se um gráfico do potencial, medido em Volts, ao longo do tempo, medido em segundos. A partir dos dados obtidos, confeccionou-se um gráfico comparativo entre as amostras (Figura 3).

O gráfico (Figura 3), apresenta as plotagens das três amostras, sendo o corpo de prova 1 (CP1) a curva vermelha, o corpo de prova 2 (CP2) a curva azul, e o corpo de prova 3 (CP3) a curva verde.

Ao se observar o gráfico, pode-se notar a tendência que as três amostras em nos primeiros 1000 segundos de apresentar uma curva acentuada, diminuindo sua inclinação ao atingir o potencial entre -0,450 V e -0,500V. Ao decorrer do tempo, nota-se a tendência de se chegar ao ponto de equilíbrio, onde as plotagens quase deixam de ser curvas para serem retas.

Figura 3. Gráfico do potencial ao longo do tempo.



Fonte: Autores, 2019.

Ao final dos 3600 segundos obteve-se os seguintes valores de OCP, que foram fornecidos pelo software:

Corpo de prova 1 (CP1): -0,49851V

Corpo de prova 2 (CP2): -0,51253V

Corpo de prova 3 (CP3): -0,57493V

Tem-se através do uso de média simples, uma OCP média de -0,529V, com uma variação máxima de 5,67% (0,030 V) para mais e 8,69% (0,046V) para menos.

Após o estabelecimento da OCP (Open Circuit Potencial), passou-se para a polarização linear. Assim como na análise potenciométrica, o software armazena os dados obtidos e geram gráficos.

Plotou-se em um único gráfico os dados obtidos (Figura 4), a fim de facilitar a interpretação e fazer uma comparação entre os três corpos de prova. O corpo de prova 1 (CP1) apresenta a cor vermelha, o corpo de prova 2 (CP2) apresenta cor azul, e o terceiro corpo de prova (CP3) está representado através da cor verde.

Na observação dos gráficos é possível verificar a replicabilidade do ensaio, observa-se também as áreas catódicas dos CPs, até atingir a OCP, e então verificasse a área anódica.

Obteve-se através do ensaio os potenciais de corrosão e a taxa de corrosão, sendo eles:

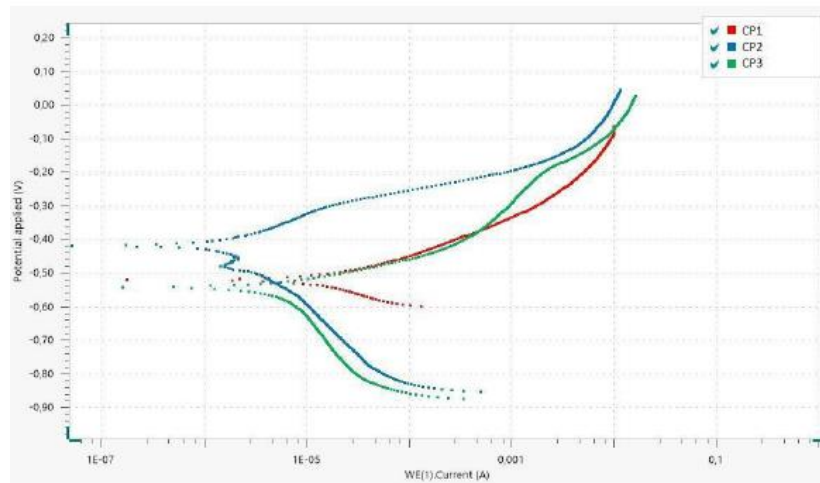
Corpo de prova 1 (CP1): Ecorr: -0,51963 V, taxa de corrosão: 0,087821 mm/ano;

Corpo de prova 2 (CP2): Ecorr: -0,41738 V, taxa de corrosão: 0,0081249 mm/ano;

Corpo de prova 3 (CP3): Ecorr: -0,54324 V, taxa de corrosão: 0,026802 mm/ano.

As taxas de corrosão foram estimadas pelo software utilizando a equação de Tafel.

Figura 4. Gráfico obtido através do ensaio de polarização linear.



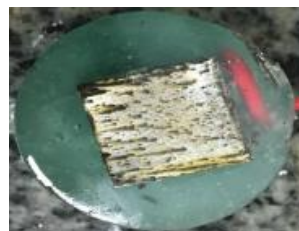
Fonte: Autores, 2019.

Após os ensaios, pode-se visualizar a corrosão sofrida pelas amostras (Figura 5)

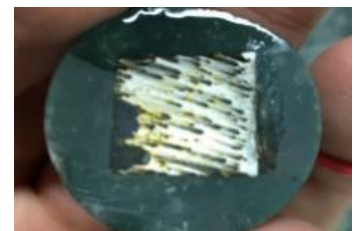
Figura 5. Corpo de prova após o ensaio de corrosão: a) Corpo de prova 1, b) Corpo de prova 2, c) Corpo de prova 3.



a)



b)



c)

Fonte: Autores, 2019.

Ao observar a olho nu, nota-se que os CPs 2 e 3 sofreram corrosão por pites, o CP 1 foi exposto a mais ensaios de forma experimental e por isso sofreu corrosão por completo.

CONCLUSÃO

O material sofreu corrosão por pites que posteriormente se espalhou por toda sua superfície. Pode-se notar a área anódica e catódica das curvas ao analisar o gráfico obtido com o ensaio de polarização linear.

Desenvolve-se as hipóteses para que o cilindro do motor tenha sofrido a corrosão durante sua vida útil.

Os dados apresentados para este componente sugere que houve negligencia durante a manutenção.

Exposição a um meio corrosivo por vários períodos, como por exemplo, ao efetuar o corte do motor não ter queimado todo o combustível contido no cilindro, restando resquícios no seu interior ocasionando a corrosão;

Não observância as recomendações do fabricante, como por exemplo deixar o motor fora de funcionamento por longos períodos, sendo necessário o funcionamento mínimo do motor para que não ocorra situações indesejáveis;

Sendo assim verifica-se a importância da manutenção periódica e os cumprimentos de medidas preventivas a fim de prolongar a vida útil de equipamentos. A não observância desses fatores acarreta em perdas significativas para os operadores e proprietários das máquinas.

REFERÊNCIAS

DAER, S. B. R. *et al.* **Metalógrafa colorida como instrumento de controle de qualidade de aços utilizados na construção civil.** Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/a-metalografia-no-controle-de-qualidade-de-acospara-a-construcao-civil>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

HOMA, J. M., **Aeronaves e motores: conhecimento técnico.** 36ª edição. São Paulo: Asa. 2016. 189 f.

GENTIL, V., **Corrosão.** 3ª edição. Rio de Janeiro: LTC. 1996. 345 f.

QUEIROZ., A. K. et a. **Manutenção de aeronaves: uma abordagem mais que mecânica.** Campina Grande: 5º EnPAC. 2013. 4 f.

REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL – RBAC 43: **Manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração.** Rio de Janeiro: ANAC, 2014.

SANTOS, F. R. S. **O uso do aço inox nas estruturas da fuselagem de aeronaves.** Ouro Preto. 2009. 73 f.