

Estudo de falha do eixo de correia transportadora de Minério

Santos, R.C.S. (1) Badaró, J.P (2); Silva, A.S. (3); Reis, R.C.S.(4); Griza, S.(5);
(1) Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.
(2) Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.
(3) Eng. de Segurança do Trabalho, Eng. de Materiais, graduado pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.
(4) Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.
(5) Doutor em Eng. de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e professor adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.

Renan_celestino@outlook.com

Resumo

No presente estudo foi analisado a falha de um eixo de uma transportadora de minério, o qual falhou em serviço. O eixo é utilizado no sistema de transporte de minério. Na análise de falha foram feitas análises macroscópicas, análises metalógrafas, microdureza e análise química para poder determinar as possíveis causas da falha do material. Os resultados demonstraram que a falha do eixo foi por fadiga devido à solicitação de torção alternada. Foi observado que a nucleação da fadiga ocorreu em diversos pontos ao longo do perímetro do eixo, o qual foi favorecida devido à baixa tenacidade do material. Na análise microestrutural mostrou bandeamento causado por gradientes dos teores de elementos de impureza durante a solidificação do material, o qual também provocou diferenças de durezas entre as bandas e a matriz do metal.

PALAVRAS CHAVE: Análise de falha, minério, fadiga, eixo

1- Introdução

As correias transportadora são constituídas de elementos flexíveis altamente resistente. Elas são elementos amplamente utilizado em setores de minérios devido ao grande peso dos blocos e a alta necessidade de um transporte rápido desses minérios.

Diversos casos de falhas em correia transportadora são encontrados na literatura [1, 2, 3]. As falhas podem ser devidas a problemas de sobrecargas de fadiga [1], alterações microestruturais, corrosão, dentre outros.

Este estudo tem como objetivo analisar as causas que levaram ao rompimento de um eixo que é utilizado no sistema de correia transportadora de minérios.

2- Materiais e métodos

O eixo (figura 1) foi submetido à limpeza através de água e agente tensoativo. Depois foram obtidas imagens macroscópicas das fraturas, através de câmera fotográfica (Canon 1000D).

Posteriormente foi realizada uma análise microestrutural em seção do plano de simetria do eixo.

Posteriormente foi realizada uma análise microestrutural em seção do plano de simetria do eixo. A amostra metalográfica foi preparada a partir da seção no plano de simetria, passando por uma região de início de fratura, a fim de verificar o plano em verdadeira grandeza e identificar eventuais problemas de microestrutura.

As amostras foram preparadas de acordo com procedimento padrão de lixamento e polimento e foram atacadas com reativo de Nital 2%. As imagens foram obtidas através de microscópio óptico (Zeiss Axio Scope A1).

Os ensaios de microdureza (Future Tech FM 800) foram realizados a fim de verificar variações de dureza em função das variações de microestrutura encontradas. As medições de microdureza Vickers foram realizadas com carga de 1kg (HV₁). Foram feitas 5 medições em cada região de heterogeneidade estudada.



Figura 1 – Macrografia da fratura do eixo.

3 - Resultados e discussões

3.1 - Análise macroscópica

A imagem macroscópica da fratura (Figura 1) demonstrou uma fratura típica de fadiga devido à torção alternada, fratura do tipo estrela, cuja nucleação ocorreu em vários pontos na superfície do eixo devido à concentração de tensões associado à mudança de seção no final das ranhuras do *spline*. As marcas de catraca indicaram os pontos de nucleação (Figura 2).

Uma pequena área de fratura final no centro do eixo indicou que ocorreu fadiga de alto ciclo, com baixa tensão média aplicada. Nas Figuras 2 e 3 é possível visualizar as marcas de catraca e as marcas de praia que indicam o processo de propagação da fadiga. A fadiga propagou a partir dos diversos

pontos de nucleação formando planos inclinados em relação ao eixo, mais uma evidência de fadiga devido à torção alternada.



Figura 2 – Fratura do eixo vista em perspectiva.



Figura 3 – Marcas de catraca que indicam os pontos de início da fadiga associados as ranhuras do spline e marcas de praia que indicam a propagação da fadiga.

3.2 - Análise microestrutural

A análise microestrutural mostrou bandeamento causado por gradientes dos teores de elementos de impureza durante a solidificação do material (Figura 4). Quando o lingote sofreu a conformação primária, as regiões com teores diferentes ficaram alinhadas segundo a direção de fluxo do material no trabalho mecânico.

O bandeamento provocou heterogeneidades microestruturais no tratamento térmico. A Figura 5 mostra a microestrutura da matriz formada predominantemente por martensita revenida. A Figura 6 mostra a microestrutura das bandas claras vistas na Figura 4, constituídas de martensita revenida e ferrita livre.



Figura 4 – Microestrutura bandeada do material do eixo. Observam-se linhas claras sobre a matriz de tonalidade escura.

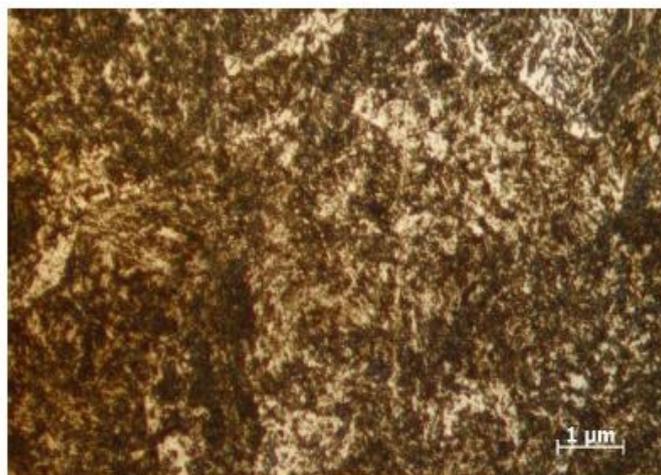


Figura 5 – Microestrutura da matriz formada por martensita revenida.



Figura 6 – Região clara da Figura 3, onde observa-se em detalhe a microestrutura constituída de martensita revenida e placas brancas de ferrita livre.

3.3- Microdureza

O bandeamento microestrutural provocou diferenças de dureza entre as bandas e a matriz do metal. A microdureza da matriz formada por martensita revenida é de 411 ± 17 HV₁ e a microdureza das bandas constituídas de maior fração de ferrita é de 312 ± 5 HV₁.

3.4 - Análise Química

O resultado da análise química permite classificar esse material como um aço AISI 4340. A Tabela 1 apresenta os resultados

Tabela 1 – Composição química do eixo (% em peso).

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
Eixo	0,44	0,31	0,7	0,005	0,002	0,8	0,23	1,66
AISI 4340	0,38-0,43	0,15-0,35	0,6-0,8	0,03 max	0,04 max	0,7-0,9	0,2-0,3	1,65-2,00

4 - Conclusão

A falha do eixo foi por fadiga devido à solicitação de torção alternada. A fadiga nucleou em diversos pontos ao longo do perímetro do eixo, coincidindo com as mudanças de seção do final das ranhuras do *spline*. A fadiga teve uma grande superfície de propagação, o que indica baixa tensão de torção aplicada. O material do eixo é classificado como aço SAE 4340. O eixo foi tratado

termicamente através de têmpera e revenido a 460°C, de acordo com o valor de dureza média encontrado.

A falha foi incentivada pela heterogeneidade microestrutural definida pelas bandas de segregação. A heterogeneidade produziu bandas de baixa dureza (312 HV), ricas em ferrita livre. Quando uma região de baixa dureza coincide com um ponto de concentração de tensões das ranhuras do eixo, o processo de nucleação da fadiga é favorecido, e isso pode reduzir a expectativa de vida do componente. Para aumentar a resistência à fadiga do eixo, recomendamos que a especificação do material de fabricação do eixo determine o uso do aço AISI 4340 de maior qualidade e não permita o bandejamento microestrutural.

5 – Referências bibliográficas

[1]. Chiaverini, L. Tecnologia Mecânica 2ed São Paulo McGraw-Hill 1986

[2]. Machado, L.C.M- Sistema Automático de Detecção de Falhas em Roletes de Correias Transportadoras

[3]. Moritsuka, A.C.H; Vieira, L.A - Análise da tendência de falhas em esteiras transportadoras, uma solução utilizando lógica fuzzy Estácio-Belém

Failure Study of the belt conveyor axis Ore

The present study examined the failure of a shaft of an ore carrier, which failed in service. The shaft is used in the ore conveying system. In failure analysis were made macroscopic analysis, metallographic analysis, hardness and chemical analysis in order to determine the possible causes of material failure. The results showed that the failure was the shaft by fatigue due to alternating torque request. It was observed that the nucleation of fatigue occurred at various points along the shaft perimeter, which was favored due to the low toughness of the material. In microstructural banding analysis showed gradients caused by the impurity elements content during solidification of the material, which also caused differences in hardness between the bands and the metal matrix.

Key words: Failure analysis, ore, fatigue, shaft