

INVESTIGAÇÃO NUMÉRICO-EXPERIMENTAL DAS CAUSAS DA FALHA EM UM EIXO DE TRANSMISSÃO DE UM ELEVADOR DE CARROCERIA GRANELEIRA

Fábio José Preczevski (fabiopreczevski@hotmail.com); Gilson Francisco Paz Soares (gilsonfps@uricer.edu.br); Caio Marcelo Marques (caiommm@uricer.edu.br).

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai – Campus de Erechim/RS

RESUMO: Esta investigação numérica e experimental apresenta procedimentos para apontar as possíveis causas da fratura de um componente mecânico, neste caso, um eixo de caixa de transmissão. Através de análises metalográficas, estudo do procedimento operacional do dispositivo e simulação numérica em elementos finitos, pôde-se montar um caminho eficiente na busca das causas de um problema estrutural específico.

PALAVRAS-CHAVE: eixo, fratura, torção

ABSTRACT: *This research presents numerical and experimental procedures to indicate the possible causes of the fracture of a mechanical component, in this case, a gear box axis. Through metallographic analysis, study of the device operating procedure and numerical simulation in finite element, can up set up an efficient way in search of the causes a specific structural problem.*

KEYWORDS: *axis, fracture, torsion*

INTRODUÇÃO

Componentes mecânicos expostos a variadas condições de trabalho, cargas excessivas ou até mesmo a erros de projeto tendem a apresentar funcionamento deficiente, desgaste prematuro e até fratura. O problema investigado neste trabalho é a ruptura que vem ocorrendo em um eixo de caixa de transmissão do elevador de um silo graneleiro, utilizado em caminhões para transporte de ração animal e grãos de uma empresa da região. Este eixo é responsável pela transmissão do torque do motor ao elevador de descarga, que expede o produto do silo através de um elevador do tipo caracol.

O objetivo do presente trabalho foi investigar as causas da falha do eixo em questão, analisando o problema sobre as óticas experimental e numérica.

METODOLOGIA

Visando averiguar se a causa do problema residia no material do eixo, inicialmente foi realizada a análise metalográfica a fim de se identificar a microestrutura do material. Os experimentos realizados foram análise microestrutural e testes de dureza (Chiaverini, 2005; Machado, 2002), análise química em espectrômetro (Da Rosa, 2002) e teste de líquido penetrante (Audreucci, 2010).

Em seguida, obtiveram-se junto à empresa montadora do silo, informações sobre as condições de operacionalidade da caixa de transmissão em que o eixo está inserido.

Por fim, foi realizada uma simulação numérica computacional, através do método de elementos finitos (Azevedo, 2003), com auxílio do software ANSYS®, em um modelo simplificado do eixo, com o objetivo de verificar a distribuição e o nível de tensão atuante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química realizada apresentou a composição de cada elemento dentro da faixa tolerável de um aço SAE 8640, que é o material de projeto do eixo. A Tabela 1 mostra a proporção de cada elemento químico do aço estudado.

Tabela 1 - Composição química do aço estudado

Composição Química do Aço SAE 8640			
C	Mn	P	S
0,43	1,01	0,03	0,016
Si	Ni	Cr	Mo
0,21	0,52	0,429	0,156

A análise microestrutural do material revelou a presença de martensita, que é uma fase resultante do processo de têmpera no aço. Isto pode ser comprovado também pela dureza da amostra, que foi de 52 RC na superfície e 49 RC no centro do material. As amostras temperadas a água e a óleo, além das amostras que sofreram normalização, apresentaram dureza dentro do padrão para um aço liga. Devido à obtenção dos resultados confirmando que o aço tenha sido temperado e tenha dureza adequada para os esforços em que o componente é exposto, julgou-se que suas características microestruturais não interferiram na fratura do eixo.

Após os tratamentos térmicos, as amostras do eixo fraturado foram submetidas ao ensaio de líquido penetrante. A primeira amostra exposta ao ensaio foi o corpo de prova recozido, conforme Fig. 2.a), que mostra que o mesmo estava isento de trincas. A Figura 2.b) apresenta a amostra normalizada, enquanto que a 2.c) a temperada a óleo e a 2.d) temperada a água. A amostra temperada a água apresentou trinca devido a baixa

homogeneidade que este tratamento térmico apresenta. Portanto, como não foram encontradas imperfeições e trincas nas demais amostras pode-se confirmar que a fratura gerada não ocorreu devido a imperfeições no material do componente mecânico analisado.

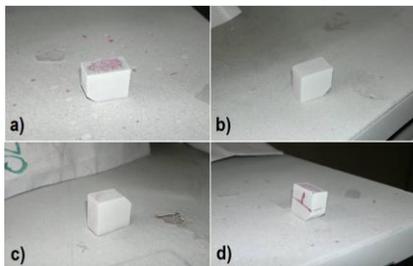


Figura 2 – Amostras submetidas ao ensaio de líquido penetrante, a) recozida; b) normalizada; c) temperada a óleo; d) temperada a água

Assim, pelos resultados dos testes experimentais realizados, certificou-se que o eixo fraturado foi fabricado no material adequado, conforme o projeto.

Diante disso, buscaram-se, junto à empresa fabricante e operadora do silo, informações sobre as condições de trabalho do dispositivo em que o elemento mecânico está inserido. Segundo ela, por vezes ocorre um excesso de ração e grãos no elevador de descarga, ocasionando o entupimento do mesmo e, por conseqüência, um impacto e uma parada no funcionamento do dispositivo. Motivado por esta informação, procedeu-se na sequência, uma simulação computadorizada do eixo sob duas condições: torque no valor de 3,3 kNm, que é a carga máxima de projeto, e com torque de 4,0 kNm. A distribuição das tensões e os seus valores podem ser observados nas Figs. 3 e 4. Comprovou-se também que a região submetida às tensões máximas conferem com o local de ruptura do eixo estudado.

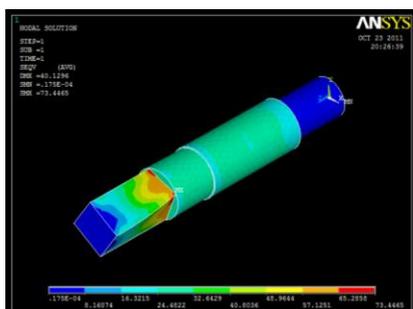


Figura 3 – Distribuição de tensões, em MPa, no eixo exposto ao torque de 3,3 kNm

CONCLUSÃO

Da investigação aqui proposta, concluiu-se que: a) pelo resultado da análise química e micrográfica, a ruptura não acontece por uso de material diferente ao de projeto; b) através do resultado do ensaio de líquido penetrante, comprovou-se que a falha não ocorre devido a microtrincas no material;

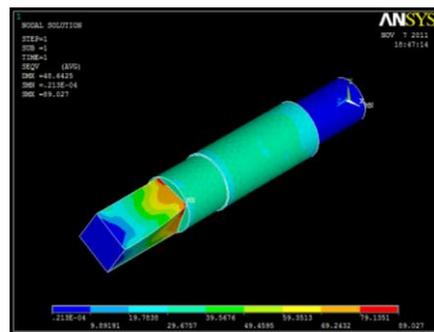


Figura 4 – Distribuição de tensões, em MPa, no eixo exposto ao torque de 4 kNm

c) as simulações realizadas mostraram que o torque máximo recomendado, de 3,3 kNm, já elevam o nível de tensões na região de falha, para próximo da tensão de ruptura do material, que é de 55 MPa, sem tratamento térmico. Simulando um torque de 4,0 kNm, representando uma carga instantânea ocasionada por um impacto, observa-se que a tensão atuante atinge um patamar de 89 MPa, superior ao limite de ruptura deste aço. d) para concluir com precisão se as condições de operação do dispositivo vêm gerando carregamento excessivo ao eixo e levando-o à ruína, seriam ainda necessários testes de tração e torção em um corpo de prova do material fraturado para se avaliar o ganho de resistência adquirido pelo mesmo após o tratamento térmico recebido. Também seria necessário mensurar o valor da carga de impacto para a simulação. Com isso, saberia-se se os níveis de tensão resultantes das simulações estão dentro de faixas aceitáveis ou não. Sugere-se estes procedimentos como continuação deste trabalho. Por fim, avalia-se que este trabalho cumpriu com seus objetivos, que eram de propor um caminho investigativo na busca das causas de ruptura do eixo do dispositivo, sendo que, com alguns procedimentos adicionais, poderá se determinar a verdadeira causa da falha.

REFERÊNCIAS

- Audreucci, Ricardo, 2010. Líquidos Penetrantes ABENDI, São Paulo.
- Azevedo, Álvaro F. M., 2003, Método do Elementos Finitos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
- Chiaverini, Vicente, 2005, Aços e Ferros Fundidos, Associação Brasileira de Materiais, São Paulo.1.
- Da Rosa, Edison, 2002. Análise de Resistência Mecânica - Mecânica da Fratura e Fadiga, UFSC, Florianópolis.
- Machado, Izabel F., 2002. “Tratamentos Térmicos e de Superfície - Introdução à Manufatura Mecânica”, São Paulo.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.