

5

Conclusão

O objetivo deste trabalho foi estudar o sonotrodo tipo faca que compõe um sistema de corte automático. Este sistema utiliza uma tecnologia de corte por ultrassom e faz parte de um processo de fabricação de pneus. Nesta etapa de fabricação, o sonotrodo corta produtos de borracha, e apresenta trincas após a sua falha em operação.

Este sonotrodo é fabricado em aço SAE 8550, temperado e revenido para nitretação que é utilizado para fabricar diversos materiais tais como: bisturis, eixos, parafusos de Arquimedes para extrusoras, dentre outros.

Concluiu-se com o presente trabalho, principalmente, os pontos a seguir salientados.

- A Simulação no Software ANSYS revelou pontos de concentração de tensão na região onde ocorrem as trincas, comprovando que as regiões de maior tensão são aquelas nas quais nota-se o aparecimento de trincas no componente.
- O ensaio de impacto Charpy revelou valores de absorção de energia abaixo daqueles constantes no catálogo do fabricante do Aço 8550. Isso pode ter ocorrido em função do deslocamento da transição dúctil / frágil para temperaturas mais elevadas após a nitretação. Valores históricos de consumo desta peça demonstram um aumento de consumo nos meses mais frios do ano. Porém, tem que se destacar que os valores do catálogo do fabricante não contemplam o material nitretado e sim para nitretação.
- Os resultados das propriedades mecânicas e a microestrutura do material levaram a crer que o material não sofreu revenimento após o tratamento de têmpera. Esta conclusão se baseia no fato de que o mesmo apresenta um alto limite de escoamento e de resistência mecânica, e ainda, corroborada pela análise fractográfica que apresenta como característica a existência de alvéolos rasos.
- A falha do material ocorreu por processo de nucleação e propagação de trinca de fadiga. O rompimento catastrófico não aconteceu, pois

quando a trinca atingiu certo comprimento, o sonotrodo muda o valor de sua sintonia e o sistema de corte deixou de funcionar por ação de um dispositivo de segurança eletrônico.

- Associam-se as fraturas deste componente com uma possível baixa ductilidade do material para os carregamentos os quais é submetido. Em função do número de ciclos (da ordem de 10^9 ciclos), o mesmo apresenta um comportamento de fadiga de ultra-alto ciclo (ultra high cycle fatigue).

Sugestões de aprimoramento do Trabalho atual:

- 1- Realizar a análise quantitativa dos componentes químicos que constituem o material em estudo comparando-o com os dados de catálogo do fabricante com o objetivo de verificar a correta partição dos elementos químicos presentes no aço 8550 utilizado para fabricação do sonotrodo.
- 2- Refazer o ensaio de tração com o objetivo de eliminar o erro de escorregamento do corpo de prova em relação à garra o que levou a uma inclinação excessiva da curva tensão deformação levantada neste ensaio.
- 3- Levantar a curva dúctil x frágil do material com o objetivo de identificar se o processo de nitretação causou um deslocamento da transição dúctil x frágil do material para a temperatura em torno da ambiente 25°C.
- 4- Realizar ensaios de micro dureza em camadas do material nitretado, com o objetivo de identificar uma relação entre a penetração da nitretação e a energia de impacto;
- 5- Fazer um polimento de uma face do material trincado para determinar o “path”, caminho da trinca, com o objetivo de observar inclusões que possam estar presentes no sentido de propagação da trinca.

Como sugestões para futuros trabalhos podemos propor o seguinte:

- (I) Modelar em software ANSYS, aprimorando as condições de contorno e as propriedades do material com o objetivo de pesquisar outros materiais que se adaptem melhor a esta aplicação bem como simular alterações geométricas com o objetivo de aliviar o concentrador de tensão do sólido na região onde nascem as trincas;
- (II) Estudar os efeitos da nitretação no material já que pode ser uma das causas prováveis da fragilização do material observada nos ensaios charpy. Realizar ensaios de micro dureza em camadas do material nitretado, buscando uma relação entre a penetração da nitretação e a energia de impacto;
- (III) Estudar possíveis influências da corrosão neste material já que se observam algumas trincas que podem ter sofrido corrosão Intergranular no material; e
- (IV) Estudar formas de reparo com o objetivo de colaborar com o aspecto econômico e a sustentabilidade do processo, reduzindo o consumo de recursos naturais e preservação do meio ambiente.