

Diretrizes para investigação de causa raiz de fraturas de componentes na indústria de caminhões

Ciro K. T. Onuki

Resumo – Durabilidade de peças é uma característica de difícil rastreamento e difícil previsão. Devido à própria natureza do produto final – o caminhão – ele é escolhido e será utilizado em aplicações variadas em cronogramas que sempre podem mudar. A flexibilidade é a grande vantagem que o diferencia das outras alternativas de transporte como o trem ou barcos fluviais. Por isso a severidade onde cada cliente impõe o produto tem uma grande dispersão, resultando também em uma grande dispersão do tempo de vida das peças. Considerando toda a cadeia de desenvolvimento e a cadeia produtiva por onde a peça deve passar, vários elementos entram no jogo, e é papel do fractologista levar tudo em consideração quando procurar a causa raiz de alguma falha prematura de um componente. 4 diretrizes são apresentadas e detalhadas, classificando entre a mais comum e a menos comum no cenário brasileiro de caminhões.

Palavras-chave – Durabilidade; Fractologia; Fraturas; Investigação de causa raiz; Caminhões.

Title – Guidelines for root cause analysis on components' fractures at the truck industry

Abstract – Parts' durability is a characteristic hard to track and hard to predict. Due to the own nature of the final product – the truck – it is chosen and it will be used at various applications and schedules which are ever-changing. Flexibility is the biggest advantage that outshines other transport alternatives like train or river boats. Thus the severity each customer imposes to his/her product has a great variability, resulting on a great variability on parts' lifetime. Considering all development chain and productive chain each part must go through, it is a puzzle with many pieces, and it is the duty of the fractologist to take it all in consideration when searching for the root cause of a premature failure of a component. 4 guidelines are shown and explained, classifying them between the most probable and the least at the Brazilian truck scenario.

Keywords – Durability; Fractology; Fractures; Root cause investigation; Trucks.

Ciro K. T. Onuki, test engineer at Volvo do Brasil. Worked 8 years testing components for automotive industry, 6 of them testing trucks and 2 of them testing durability of parts. Graduated as mechanical engineer at UFPR, studied at Cranfield University, England, and at MIT.

1 Possíveis causas para a fratura de um componente

Mesmo com o uso de todas as ferramentas disponíveis para previsão de tempo de vida, a durabilidade de uma peça é sempre difícil de prever. Considerando todas as variáveis que entram no processo produtivo de um componente, é impossível ter todas as peças exatamente iguais, com o mesmo tempo de vida. Sempre haverá uma dispersão, e dada uma amostra infinita (o que seria um nú-

mero infinito ou muito grande de clientes) existe a chance de falhas prematuras encontradas no campo.

2 Peça subdimensionada

Representa aquela peça que foi projetada abaixo da demanda necessária. No caso de durabilidade, normalmente é a espessura da chapa, do tubo, tamanho da mão-francesa, ancoragem, número de esteios ou diâmetro do tubo. Normalmente essa falha é rapidamente detectada durante o projeto, a montagem do veículo protótipo ou na fabricação do primeiro lote, pois ela é mais aparente para várias pessoas. Dificilmente ela chega no cliente, e, portanto, é **pouco comum** se tornar um problema de campo, normalmente é solucionada antes de chegar nas mãos do fractologista.

3 Fadiga

Causa muito comum que constitui boa parte dos casos que chegam até o fractologista. Ela se origina por um dos “cavaleiros do apocalipse”: a poeira, a temperatura, a ferrugem e a vibração. Como são elementos que dependem da aplicação, afeta apenas uma pequena porcentagem dos clientes, sem ligação aparente entre eles; é necessário um olho treinado para conseguir enxergar a conexão entre os casos.

3.1 Poeira

Degrada as borrachas. Gera folgas em coxins e por consequência degrada a suspensão veicular e aumenta a vibração dos outros componentes. Envelhece isoladores acústicos e a longo prazo aumenta o ruído do produto.

Não afeta os componentes metálicos, porém é capaz de permitir o acúmulo de umidade em pequenos nichos das peças, gerando a corrosão.

3.2 Corrosão

Afeta todos os componentes metálicos. O que acontece é que as dimensões da peça são diminuídas conforme o material corroi e despedaça, e é como se a peça fosse mais fina e mais fraca do que originalmente projetada. Esse processo acelera muito se combinado com vibração, pois pedaços do material são retirados e expõe novo material à atmosfera, para ser corroído de novo. As medidas de contenção são difíceis de serem aplicadas, e soluções que funcionam em alguns casos não funcionam em outros.

Tratamentos térmicos de cementação, amplamente utilizados para aumentar a dureza e resistência mecânica a abrasão, aumentam a corrosão dos aços (pois aumentam o teor de carbono).

3.3 Vibração

Afeta todos os componentes do caminhão. Retira óleos, camadas protetoras e tintas, expondo as peças para corrosão. É capaz de danificar plásticos e borrachas, pois produz microdeslocamentos e abre microfissuras por onde a poeira pode entrar e acelera o envelhecimento.

Suspensões veiculares ineficientes, o chamado veículo “com cabine muito dura”, deixa passar vibrações que danificam componentes eletrônicos e unidades de controle, com falhas “sem explicação aparente”. Sensores e unidades que funcionam em certo modelo de veículo, apresenta muito mais falhas em um outro modelo. Normalmente essa falha surge tardiamente, conforme o tempo passa e a frota de clientes envelhece.

3.4 Temperatura

Tem grande influência nos plásticos. Acelera o envelhecimento e altera as propriedades mecânicas.

4 Erro de processo de fabricação

Aumenta a dispersão entre as amostras, mas na média todas as peças atendem o requisito projetado. Na prática o que é visto é que o número de falhas no campo aumenta, conforme mais peças ruins são produzidas (lembre que a dispersão aumentou, então para cada peça muito ruim existe uma peça muito boa, de um cliente que nunca terá problema).

Outros erros de fabricação são possíveis (e.g. uma máquina que só produz defeitos, erros que alteram a média de vida da peça) porém esses erros são muito aparentes, normalmente controláveis ou mensuráveis (com medição de dureza ou dimensional) e por isso raramente chegam até o fractologista.

Características não-mensuráveis não são definidas pelo projeto/contrato e por isso não são diretamente controláveis numa fábrica; e tempo de vida é uma característica não-mensurável.

5 Efeito “fusível”

Causa mais comum que chega até o fractologista. Elementos que estão em torno têm problema ou travam, e por isso sobrecarregam o outro componente (aquele que fraturou). É a causa mais difícil de investigar pois é necessário um registro detalhado de todos os componentes ao redor, e normalmente isso é passado despercebido ou é apagado conforme a informação caminha na organização. Detalhes importantes são omitidos.

A maneira mais segura é um especialista com olho treinado inspecionar a peça no cliente; melhor ainda se a peça quebrada ainda estiver no lugar, antes que outras pessoas tenham mexido nas evidências.

Exemplos comuns são: (1) freios defeituosos, que acionam o freio no momento que o caminhão acelera, levam a uma barra quebrada por causa da torsão do eixo diferencial traseiro; (2) falha no amortecedor, endurece a suspensão e transmite a vibração quebrando a bateria; (3) folga no pino-rei da carreta, gera impactos que chacoalham a cabine e soltam os componentes do painel.