

PADRONIZAÇÃO DE TORQUE E COMUNIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE FIXAÇÃO

Caio Perez Lopez Coelho¹

Felipe Eduardo da Silva Rodrigues²

Igor Nascimento Amador³

RESUMO

Este artigo científico investiga a possibilidade de padronização de torques e comunização de juntas aparafusadas, utilizados para fixação da caixa de transmissão no motor de veículos comerciais. Os estudos serão baseados em cálculos, normas internacionais e testes de validação com aplicação diretamente ligada a indústria automotiva. O problema em questão se trata de uma situação real, onde a diversidade de torques e elementos de fixação na manufatura é muito grande, causando complexidade na programação das máquinas e também nos processos logísticos dentro da montadora.

Palavras-chave: Torque de aperto. Força de aperto. Elementos de fixação. Juntas.

ABSTRACT

This document explains an investigation to verify the possibility to standardize torques and bolted joints, it is used to gearbox fixation in engine of commercial vehicles. The studies will be based on calculations, international standards and validation testing with application directly related to the automotive industry. The problem is a real situation, where the diversity of torques and fixing elements in the manufacture is very large, causing complexity in the machines's programming and also in the logistics processes within the automaker.

¹ Aluno do curso de Engenharia de Produção Automotiva na Associação Educacional Dom Bosco. Técnico de Desenvolvimento do Produto na Semcon do Brasil. E-mail: caioperez@hotmail.com

² Aluno do curso de Engenharia de Produção Automotiva na Associação Educacional Dom Bosco. Analista de Desenvolvimento do Produto na Semcon do Brasil. E-mail: flip_rodrigues@yahoo.com.br

³ Aluno do curso de Engenharia de Produção Automotiva na Associação Educacional Dom Bosco. Analista de Desenvolvimento do Produto na EDAG. E-mail: igoramador@gmail.com

Keywords: Tightening torque. Tightening force. Fixing elements. Joints.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as indústrias têm buscado cada vez mais agilidade em seus processos de fabricação e montagem, bem como redução dos custos. Este fato impulsiona os profissionais de engenharia a realizarem avaliações para aperfeiçoar os processos produtivos.

Dentro deste tema, foi analisada a grande diversidade de parafusos e torques de aperto utilizados na fixação das transmissões nos motores de uma montadora de caminhões e ônibus de grande porte, localizada na região sul fluminense. No final da avaliação geraram-se conclusões de um trabalho de melhoria na manufatura e qualidade de fixação estudada.

2. CONCEITOS SOBRE JUNTAS APARAFUSADAS E TORQUE DE APERTO

2.1 DEFINIÇÃO DE UMA JUNTA APARAFUSADA

Juntas aparafusadas são uniões desmontáveis compostas pela junção através de elementos roscados, de duas ou mais placas de qualquer material. (AGUIAR, 2011)

2.2 ENGAJAMENTO MÍNIMO

De acordo com Aguiar (2011), a utilização plena da junta aparafusada para carregamento à tração está associada à sua capacidade de receber cargas até o ponto em que os filetes não engajados, ou uma secção de área reduzida iniciar uma estricção. Isto só pode ser alcançado com comprimento de engajamento da rosca do parafuso na porca de tamanho adequado. A condição para que a fratura ocorra na região da rosca não engajada é que a resistência ao cisalhamento da região engajada da rosca do parafuso e da porca seja no mínimo mais alta que a resistência à tração da rosca livre. Para esta garantia, um comprimento mínimo engajado, ou a altura mínima da porca será necessário. O comprimento crítico de engajamento, para que a força cisalhante da parte engajada seja equivalente à força de tração da parte não engajada depende de diversos fatores, alguns dos quais interagem uns aos outros:

- a) Forma da rosca;
- b) Passo;

- c) Tolerância da rosca;
- d) Diâmetro da rosca;
- e) Abertura de chave da porca;
- f) Furo para passagem do parafuso;
- g) Resistência e Ductilidade do material do parafuso e da porca;
- h) Tipo de tensões (tração, torção, flexão);
- i) Coeficientes de atrito;
- j) Número de aparafusamentos (apertos).

2.3 RELAXAMENTO DA JUNTA APARAFUSADA.

Segundo Aguiar (2011), a perda de pré-carga é um fenômeno previsto nos cálculos e dimensionamento de juntas aparafusadas. Ela pode ocorrer por vários motivos:

- a) Deformação plástica da superfície de assentamento sob a cabeça do parafuso;
- b) Deformação plástica dos filetes da contra-peça;
- c) Assentamento das peças (Desvios de planicidade ou Rugosidade excessiva);
- d) Vibração Transversal.

Todos esses motivos causam o que se chama de relaxamento da junta aparafusada.

2.4 TORQUE

Antes de discorrer sobre Torque, algumas definições da Física Clássica se fazem necessárias.

2.4.1 Força

De acordo com Garcia (2011), é a grandeza fundamental que relaciona a massa e a aceleração da gravidade. Como tudo que nos cerca está sob o efeito da gravidade terrestre, a Força comumente é expressa em N (Newton).

2.4.2 Alavanca

É uma barra rígida, móvel em torno de um obstáculo denominado “ponto de apoio”. Quando em equilíbrio, temos a expressão:

$$F \cdot x = P \cdot y$$

Onde F é a Força atuante, x corresponde à distância atuante; P é a Força resistente e y é a distância referente à Força resistente, como detalhado na Figura 1 a seguir. (GARCIA, 2011)

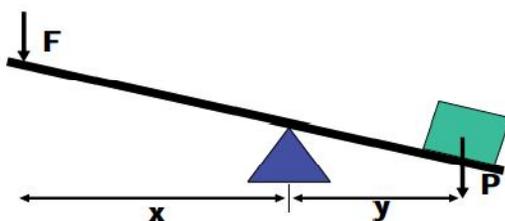


Figura 1: Esquemática de uma alavanca

2.4.3 Momento

É o produto da intensidade de uma Força pela distância desta a um ponto referenciado. O resultado deste produto é “Trabalho”, que no mundo dos apertos é denominado Torque, cuja grandeza mais usual é Nm (Newton metro).

2.4.4 Cálculo básico do torque de aperto

A equação básica para Torque, envolvendo Elementos de Fixação é a seguinte:

$$\text{Torque} = MA = FV \cdot d \cdot k$$

Onde: MA = Momento de Aperto, em Nm,

FV = Força Tensora, em kN e

d = Diâmetro do Elemento de Fixação, em mm.

k = Fator de Torque (k_{factor})

Segundo Garcia (2011, p. 9), o que se espera de um elemento de fixação é que o mesmo gere uma Força Tensora suficiente para atender às necessidades do projeto, isto é, um parâmetro de engenharia.

Pela equação básica, Força é a variável independente e o Torque é a variável dependente, ou seja, o Torque aplicado, parâmetro de Manufatura, deve corresponder à Força requerida em projeto.

Além do diâmetro nominal do Elemento de Fixação, a equação básica apresenta um fator constante (k), conhecido como “ k_{factor} ”, normalmente tabelado em função do material e do revestimento dos componentes da junta.

A equação básica permite calcular o Torque, a partir da Força Tensora, porém não incorpora a capacidade do equipamento a ser utilizado pela Manufatura.

Convencionalmente atribui-se que a capacidade para equipamentos eletroeletrônicos gira ao redor de $\pm 5\%$.

3. METODOLOGIA

Existem várias formas para definir o torque a ser aplicado no aperto de uma determinada junta. O valor de torque mínimo e máximo pode ser calculado com base em normas internacionais existentes. Também podem ser realizados ensaios em laboratório para obter o torque ideal a ser aplicado na junta estudada.

A fixação ao qual este artigo aborda é realizada por doze parafusos M10 (constante). As demais características relevantes à definição do torque ideal a ser aplicado variam de modelo para modelo de veículo. Essas características são: tipo de cabeça do parafuso (com flange ou não), classe de resistência do parafuso, tratamento superficial, material e dureza da contra-peça e coeficiente de atrito da junta.

Para se chegar a um valor de torque de aperto que atenda todas as especificações dos diferenciados parafusos serão feitos cálculos e ensaios.

Porém, antes será verificada a possibilidade de reduzir a quantidade de parafusos existentes atualmente. Para tal serão calculados o número mínimo de filetes de roscas que devem estar engajados na fixação para cada tipo de material da contra-peça (neste caso, a carcaça do volante do motor). Este cálculo também é baseado em norma.

3.1 NORMAS DE REFERÊNCIA

A principal norma aplicável às propriedades mecânicas da maioria dos fixadores roscados normalizados é a ISO 898 Parte I.

Para procedimentos de cálculos de forças, carga, rendimento, entre outros, geralmente é utilizada a norma alemã VDI 2230.

4. CONCLUSÃO

O uso indevido de fixações, em razão de projeto, da fabricação dos mesmos e de montagem são as principais causas individuais de recall ou principalmente dos custos de qualidade e de garantia na indústria automobilística em todo o mundo. Porém esta visão não é perfeitamente clara para os projetistas, e os engenheiros que atuam na área mecânica. Talvez a razão disto seja a dificuldade de entender, de prever ou controlar, por ação do complexo comportamento da interação das juntas. O resultado final pela falta de conhecimento nesta área é um preço final desproporcional ao custo do fixador no custo de garantia, de recall, aumento de peso, no custo de manutenção e outros.

Este artigo mostrou estudos em andamento que estão sendo feitos para melhorar a qualidade da fixação, reduzir o número de parafusos utilizados e padronizar os torques aplicados na fixação dessas juntas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Manuel Douglas. Noções básicas de dimensionamento de juntas, publicação da Metalac, 30/08/2011.

DIN EN ISO 898-1 - Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes – Coarse thread and fine pitch thread, 2009.

GARCIA, Roberto. Booklet - Conceitos gerais sobre torque e processos de torque, São Paulo/SP, Agosto de 2011.

VDI 2230 – Systematic calculation of high duty bolted joints, 2003.