

ENSAIO DE TORÇÃO FEITO EM BANCADA: RESULTADOS OBTIDOS POR MEIO DE TESTES

Autores: Gustavo Vinícius da Silveira, Igor Daniel Bock Siqueira e Luis Carlos
Wachholz

FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

RESUMO

Este artigo busca analisar, por meio de cálculos e testes, a real influência que a torção tem em uma peça a partir de melhorias realizadas em uma bancada específica para aferição do torque necessário. O presente trabalho terá como prática a adaptação de um torquímetro em uma bancada de torção. Levando em conta o atual cenário industrial e sua respectiva competitividade, tem-se como de extrema importância a elaboração de testes práticos e cálculos em corpos de prova para simular possíveis atividades que a peça ou produto final virá a serem expostos, assim, se precavendo e corrigindo possíveis falhas estruturais e de resistência. Para o presente estudo foram realizados testes e utilizados materiais de descarte encontrados nas instalações da FAHOR, assim evitando gastos desnecessários. Com os dados obtidos foram verificados gráficos de torque e distorção com base nos resultados dos ensaios.

Palavras-chave: Usinagem; Ferramentas; Processos; Produção.

TORSION TEST DONE ON A BENCH: RESULTS OBTAINED THROUGH TESTS

ABSTRACT

This article seeks to analyze, through calculations and tests, the real influence that torsion has on a part, based on improvements made in a specific bench to measure the necessary torque. The present work will have the practice of adapting a torque wrench to a torsion bench. Taking into account the current industrial scenario and its respective competitiveness, it is extremely important to develop practical tests and calculations in specimens to simulate possible activities that the part or final product will be exposed to, thus, correcting any structural and resistance failures. For the present study, tests were carried out using disposal materials

found at FAHOR facilities, thus avoiding unnecessary expenses. With the data obtained, torque and distortion graphs were verified based on the results of the tests.

Keywords: Machining; Tools; Processes, Production.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo propõe uma discussão teórica a partir de atividades práticas e testes realizados de um ensaio de torção feito em uma bancada específica para o trabalho. Este tipo de pesquisa que estuda a conformação mecânica de um material é muito importante para a indústria, otimizando a sua produtividade e podendo reduzir custos, uma vez que sejam feitas melhorias nas propriedades mecânicas dos materiais utilizados na produção. Serão feitas alterações em uma bancada de torção que possibilite o acoplamento de um torquímetro para os testes.

Os testes serão registrados o momento torçor e o ângulo de torção no material que será utilizado como corpo de prova, para que sejam feitos os cálculos e análises referente a estrutura mecânica, resistência e fadiga do material.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar e computar valores e dados obtidos por meio de testes práticos sob uma bancada de torção.

2.2 Objetivos Específicos

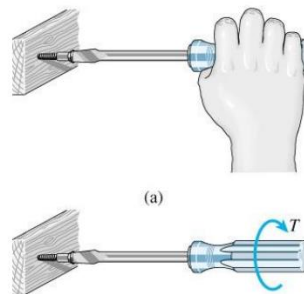
- Desenvolver adaptações para a instalação do torquímetro;
- Realizar testes de torção;
- Coletar dados a partir dos testes práticos e realizar cálculos para determinar esforços e torques necessários para diferentes tipos de materiais.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo (BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. Resistência dos materiais/1996), torção se refere ao giro de uma barra retilínea quando carregada por momentos (ou torques) que tendem a produzir rotação sobre o eixo longitudinal da barra. Ao exemplo disso, temos o torque aplicado em uma chave no aperto de um parafuso.

Figura 1 - Torção de uma chave de fenda devido a um torque T aplicado no cabo



Fonte: (pt.wikipedia.org, 2021)

O Ensaio de torção, segundo (Ensaio mecânicos dos Materiais. Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos), consiste na aplicação de carga rotativa em um corpo de prova geralmente de geometria cilíndrica, mede-se o ângulo de torção como função do momento torçor aplicado.

3.2 ATIVIDADE PRÁTICA

Para efetuar os testes de torção, foi necessário fazer algumas alterações na bancada, onde primeiramente foi feita uma análise e foi avaliado o que poderia ser feito na bancada para que pudesse ser utilizado o torquímetro de maneira adequada.

A análise resultou na remoção do volante existente e na fabricação de um suporte que seja robusto o suficiente para que aguarde os esforços dos testes. Foram tiradas medidas do eixo da caixa redutora onde será montado o suporte, para que seja possível fazer a sua fabricação.

Para que fosse possível a fabricação do suporte, foi utilizado uma barra redonda de aço AISI-1020, um parafuso M14 sextavado que foi soldado junto ao suporte e a infraestrutura oferecida pela faculdade Fahor. Como resultado do conjunto, segue o passo a passo da sua fabricação:

1º Passo: Foi usinado um furo de alívio, com diâmetro de 25,4 milímetros para o encaixe do suporte no eixo do redutor utilizando o torno mecânico para fazer esta

operação. Foi possível obter um bom acabamento na peça, para que não haja problemas na hora da montagem, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2 - Alívio para encaixe do suporte no eixo do redutor



Fonte: Autores (2020)

2º Passo: Logo depois, no mesmo torno mecânico, foi feito um furo de diâmetro de 12 milímetros na outra face da peça para fazer a rosca de M14 para a montagem e solda do parafuso sextavado, conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Soldagem do parafuso M14



Fonte: Autores (2020)

3º Passo: Para a conclusão do conjunto e dar início a fase inicial de testes na bancada de torção, foi feito um furo de diâmetro 6,75 milímetros na face cilíndrica do suporte e uma rosca M8 para montar um parafuso de aperto do suporte no eixo

da caixa redutora. Este parafuso de aperto irá possibilitar a execução dos testes na bancada com mais segurança, permitindo que, ao ser aplicado um torque no suporte, ele irá movimentar também o eixo do redutor, conforme ilustrado na figura 4 e figura 5.

Figura 4 - Suporte para eixo do redutor pronto e montado na bancada.



Fonte: Autores (2020)

Figura 5 - Bancada de ensaio de torção pronta para realização dos testes



Fonte: Autores (2020)

3.3 FASE DE TESTES

Para dar início a fase de testes, primeiro foi necessário selecionar um material para ser utilizado como corpo de prova. Para isso, foi utilizada uma barra redonda de material AISI-1020 com diâmetro de 12,7 milímetros e comprimento de 260 milímetros, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Corpo de prova



Fonte: Autores (2020)

Para aplicação deste corpo de prova, foi necessário fazer filetes em ambas as extremidades para assim gerar mais atrito no encaixe possibilitando a torção do objeto, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 7 - Corpo de prova montado na bancada



Fonte: Autores (2020)

Após o posicionamento do corpo de prova, foi iniciado o giro e aumento do torque para que pudesse ocorrer uma deformação e, por consequência, fosse possível retirar os dados para realização de todos cálculos, conforme ilustrado na figura 8.

Figura 8 - Deformação do corpo de prova



Fonte: Autores (2020)

3.4 CÁLCULOS

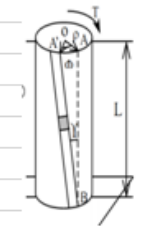
Após terminar a fase de testes, foi dado início a fase de cálculos, partindo de algumas das fórmulas propostas no início do trabalho. Para dar início aos valores de entrada, foram colhidos todos os dados necessários na fase de testes, conforme ilustrado na figura 9.

Todos os cálculos foram desenvolvidos em planilhas do Excel, utilizando todo o conhecimento desenvolvido ao longo do curso de Engenharia Mecânica.

Explicando cada um dos valores de entrada, para c_2 (raio externo) do corpo de prova, de diâmetro de 12,7 milímetros, como o corpo de prova era uma barra redonda maciça, foi desconsiderado o c_1 (raio interno); Também para L (comprimento total), foi utilizado o comprimento do corpo de prova de 260 milímetros. Foi considerado o G (módulo de elasticidade), do material AISI-1020, tabelado como 205 GPa. O T (torque) foi definido como a somatória do torque aplicado de 25 N.m com o torque do redutor de 70 N.m, aproximadamente.

Figura 9 - Valores de entrada

| VALORES DE ENTRADA | | | |
|--------------------|------------|-----|-------------|
| $c_2 =$ | 0,006 | m | externo |
| $c_1 =$ | | m | interno |
| $L =$ | 0,26 | m | |
| $G =$ | 205 | GPa | 2,05E+11 Pa |
| $\rho =$ | 0,006 | m | |
| $\Theta =$ | 0,015575 | rad | |
| $T =$ | 25 | N.m | TORQUE |
| $\pi =$ | 3,14159265 | | |



Fonte: Autores (2020)

O desenvolvimento dos cálculos foram todos feitos utilizando os valores de entrada substituídos nas fórmulas apresentadas, conforme ilustradas nas figuras a seguir:

Figura 10 - Cálculo de deformação por cisalhamento

| DEFORMAÇÃO DE CISALHAMENTO | | | | |
|------------------------------------|-------|----|---------------------------------------|--------------------|
| $\gamma = \frac{\rho * \theta}{L}$ | | OU | $\gamma_{max} = \frac{c * \theta}{L}$ | |
| $\gamma =$ | 0,006 | * | $\frac{0,015575}{0,26}$ | $= 0,00035943$ rad |

Fonte: Autores (2020)

Figura 11 - Cálculo de tensão máxima de torção

| TENSÃO MÁXIMA DE TORÇÃO | | | | |
|---|---------|----|-----------------------------|-------------------------------|
| $\tau_{max} = \frac{T * c}{J}$ | | OU | $\tau = \frac{T * \rho}{J}$ | |
| $\tau_{max} =$ | 25 | * | $\frac{0,006}{2,03575E-09}$ | $= 73682844$ N/m ² |
| $J = \frac{1}{2} * \pi * c^4$ | | | | |
| $J =$ | 3,14159 | * | $\frac{0,006^4}{2}$ | $= 2,0358E-09$ m ⁴ |
| OBS: SE FOR UM TUBO TROCAR A FÓRMULA DO J PARA: $J = \frac{1}{2} * \pi * (c_2^4 - c_1^4)$ | | | | |

Fonte: Autores (2020)

Figura 12 - Cálculo de tensão de cisalhamento

| TENSÃO DE CISALHAMENTO | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|--------------------------|---|
| $\tau = \frac{\rho}{c} * \tau_{max}$ | | | | |
| $\tau =$ | 0,006 | * | $\frac{73682844}{0,006}$ | $= 73682844$ N/m ² = $73,6828$ MPa |

Fonte: Autores (2020)

Figura 13 - Cálculo do ângulo de torção no regime elástico

| ÂNGULO DE TORÇÃO NO REGIME ELÁSTICO | | | | |
|-------------------------------------|----|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| $\theta = \frac{T * L}{J * G}$ | | | | |
| $\theta =$ | 25 | * | $\frac{0,26}{2,0358E-09 * 2,05E+11}$ | $= 0,01557524$ rad = $0,8924$ ° |

Fonte: Autores (2020)

Após realizados os cálculos básicos de torção foi realizado o estudo sobre fadiga do elemento. Para isso se fez necessário a obtenção de dados como o diâmetro, tipo do material e processos ao qual o mesmo passou para sua fabricação. No caso do presente trabalho foi aço AISI-1020 de 12,7 milímetros de diâmetro que passou por processo de usinagem para seu acabamento.

Figura 14 - Valores de entrada para cálculo de fadiga

| | | | |
|---|-----------|--------|--|
| O que se sabe: | | | |
| d = | 12,7 mm | | |
| Su = | 448,2 Mpa | 65 ksi | |
| Sy = | 330,9 Mpa | | |
| Superfície = | USINADO | | |
| O que se pede: | | | |
| Grafico em coordenadas log-log para flexão, cargas axiais e cargas torcionais. em ciclos de 10 ⁶ e 6x10 ⁴ | | | |
| Esquema: | | | |
| SnFlexão 10 ³ = 0,9 * Su | | | |
| Sn Axial 10 ³ = 0,75 * Su | | | |
| Sn Torção 10 ³ = 0,9 * 0,8 * Su | | | |
| Sn' 10 ⁶ = 0,5 * Su | | | |
| Sn 10 ⁶ = Sn' * Cl * Cg * Cs * Ct * Cr | | | |
| $S(n) = \log^{-1} \left[\frac{(\log S_f - \log S_n) * (6 - \log(n))}{6 - 3} + \log S_n \right]$ | | | |

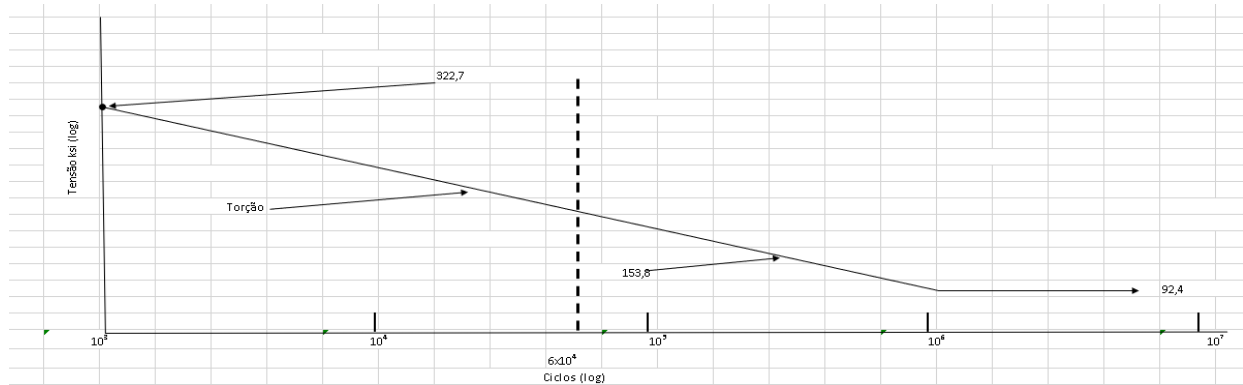
Fonte: Autores (2020)

Figura 15- Considerações e valores utilizados

| | | | |
|---|---|----------------------|-------------|
| Considerações: | | | |
| Sn de torção para 10 ³ ciclos multiplica por 0,8 tambem devido ser aço caso material ductel usar 0,7 | | | |
| Cs = | Na tabela olhamos em Gpa, neste caso converter 1100 Mpa para 1,1Gpa | | |
| Análise: | | | |
| Torção | | 10 ⁶ = | 92,4 Mpa |
| Cl = | 0,58 | | |
| Cg = | 0,9 | Sf 10 ³ = | 322,704 Mpa |
| Cs = | 0,79 | | |
| Ct = | 1 | Sn 6x10 ⁴ | 153,8 Mpa |
| Cr = | 1 | | |
| Sn' = | 224,1 Mpa | | |

Fonte: Autores (2020)

Figura 16 - Gráfico S - N



Fonte: Autores (2020)

4 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste relatório podemos analisar e trazer à prática, os cálculos e casos analisados em aula, onde foram realizados todos os requisitos e testes pré estabelecidos para o presente trabalho, tanto prático quanto teórico, sobre o ensaio de torção de uma peça. A partir dos testes e analisando os resultados para o material usado AISI-1020, agora tem-se valores definidos onde ocorre a torção e fadiga do material, podendo prevenir falhas estruturais e de resistência no produto final, melhorando o processo e reduzindo custos futuros.

5 AGRADECIMENTOS

Ao professor Luis Carlos Waccholz e a instituição de ensino FAHOR, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho e tornaram possíveis transformar os conhecimentos adquiridos em sala de aula para prática.

6 REFERÊNCIAS

BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. **Resistência dos materiais**. 3ed. São Paulo, Makron Books, 1996.

Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos. **Ensaio mecânicos dos Materiais**. Disponível em: http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/234771/mod_resource/content/1/Aula%20%20-%20Ensaio%20Tor%C3%A7%C3%A3o_Compress%C3%A3o%20V3.pdf. Acessado em 15/11/2020.