

Calibração de paquímetros e micrômetros

Um problema

Instrumentos de medida, tais como relógios comparadores, paquímetros e micrômetros, devem ser calibrados com regularidade porque podem sofrer alterações devido a deslocamentos, falhas dos instrumentos, temperatura, etc. Essas alterações, por sua vez, podem provocar desvios ou erros nas leituras das medidas.

Nesta aula, estudaremos a calibração de paquímetros e micrômetros.

Calibração de paquímetros - Resolução 0,05 mm

A NBR 6393/1980 é a norma brasileira que regulamenta procedimentos, tolerâncias e demais condições para a calibração dos paquímetros.

Precisão de leitura

As tolerâncias admissíveis são apresentadas na tabela a seguir.

L_1 representa o comprimento, em milímetro, medido dentro da capacidade de medição.

Tolerância admissível	
Comprimento medido L_1	Precisão de leitura $\pm$
mm	μm
0	50
100	60
200	70
300	80
400	90
500	100
600	110
700	120
800	130
900	140
1000	150

Quando se trata de comprimentos intermediários, deve-se admitir a exatidão correspondente ao comprimento imediatamente inferior.

A tolerância de planeza das superfícies de medição é de $10\text{ }\mu\text{m}$ para 100 mm de comprimento dos medidores.

A tolerância admissível de paralelismo das superfícies de medição é de $20\text{ }\mu\text{m}$ para 100 mm de comprimento dos medidores.

Método de controle

Medição externa – O erro de leitura é determinado perpendicularmente à direção longitudinal das superfícies de medição, mediante o emprego de blocos-padrão ou seus derivados. O resultado dessa operação inclui os erros de planeza e de paralelismo das superfícies de medição. A medição será efetuada em três posições diferentes de comprimento dos medidores, com a mesma força aplicada sobre o cursor. Além disso, deve-se efetuar a verificação num certo número de posições da capacidade de medição e de tal modo que a cada medição individual possam coincidir diferentes traços do nônio. Isso quer dizer que devem ser verificados pontos aleatórios, evitando-se concentrar apenas nos valores inteiros da escala, por exemplo 5, 10, 15, 20 etc. Sempre que possível, devem ser considerados valores intermediários, como 5,25; 7,8 etc., dependendo da facilidade de montagem dos blocos-padrão.

Medição interna – Os erros devem ser verificados com calibradores-padrão internos, espaçamento de blocos-padrão, micrômetros etc., seguindo o mesmo critério do item anterior.

Paralelismo das superfícies de medição – Deve ser verificado pela apalpação de um certo espaço com blocos-padrão ou pinos-padrão. A posição relativa de ambas as superfícies de medição não deverá alterar-se, mesmo após a fixação do cursor. Isso poderá ser confirmado observando, contra a luz, um pequeno espaço deixado entre as superfícies de medição. Esse pequeno espaço não deverá alterar-se após a fixação do cursor.

Planeza das superfícies de medição – Emprega-se para verificar a planeza, por meio de régua de fio, blocos-padrão ou pinos-padrão.

Calibração de micrômetro

Vimos que a calibração de instrumentos de medida é baseada em normas. No caso da calibração de micrômetros, a norma brasileira NBR 6670/1981 regulamenta procedimentos, tolerâncias e demais condições para a calibração.

Na tabela a seguir podem ser registrados os seguintes dados:

- capacidade de medição;
- flexão permissível no arco;
- erro de leitura do ajuste do zero;
- paralelismo das superfícies de medição.

CAPACIDADE DE MEDIÇÃO	FLEXÃO PERMISSÍVEL NO ARCO	ERRO DE LEITURA DO AJUSTE DO ZERO	PARALELISMO DAS SUPERFÍCIES DE MEDIÇÃO
mm	μm	μm	μm
0 a 25	2	± 2	2
25 a 50	2	± 2	2
50 a 75	3	± 3	3
75 a 100	3	± 3	3
100 a 125	4	± 4	4
125 a 150	5	± 4	4
150 a 175	6	± 5	5
175 a 200	6	± 5	5

Erros e desvios admissíveis

O batimento axial da haste móvel do micrômetro no intervalo de 25 mm não deve ultrapassar 0,003 mm.

O erro do ajuste zero para o micrômetro deve estar conforme tabela acima e baseado na seguinte fórmula:

$$\pm \left(2 + \frac{L}{50} \right) \mu\text{m}$$

L_1 é o limite inferior (isto é, ajuste zero) da capacidade de medição em milímetro.

As superfícies de medição devem ser lapidadas, e cada superfície deve ter planeza dentro de 1 μm. Quando sujeitas a uma força de medição de 10 N, as superfícies devem estar paralelas dentro dos valores dados na tabela.

Método de controle

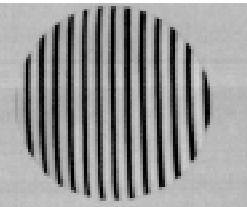
O método de controle das medições é aplicado nas superfícies que serão medidas. Nesse método, são considerados o paralelismo e a planeza. Também é levada em conta a haste móvel, pois ela deve ser verificada durante o processo de calibração.

Planeza

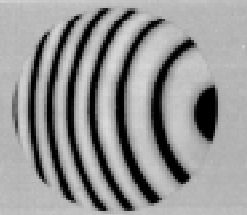
A planeza das superfícies de medição pode ser verificada por meio de um plano óptico. Coloca-se o plano óptico sobre cada uma das superfícies, sem deixar de verificar as franjas de interferência que aparecem sob forma de faixas claras e escuras.

O formato e o número das franjas de interferência indicam o grau de planeza da superfície, que varia de acordo com a tolerância de planeza.

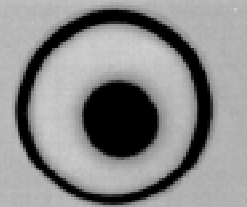
Franjas retas equidistantes, a menos de uma pequena curvatura na região periférica. A superfície é plana, porém inclinada contra o plano de vidro, com pequeno desvio na periferia. Se a cunha de ar é expulsa as franjas desaparecem e o vidro adere à superfície.



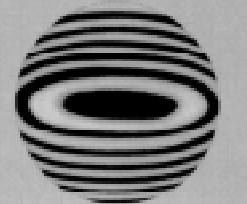
Franjas em forma de arco e com espaçamento desigual. Superfície abaulada, plano do vidro levemente inclinado. Curvatura das franjas corresponde à 1,5 vezes a distância entre as franjas. Erro de planidade: $1,5 \times 0,3 \mu\text{m} = 0,45 \mu\text{m}$.



Franjas circulares. Superfície abaulada. O número de franjas multiplicado pela metade do comprimento de onda da luz utilizada dará o erro de planidade: $1,5 \times 0,3 \mu\text{m} = 0,45 \mu\text{m}$.



Franjas elípticas. Superfície em forma de tonel. Pode-se ter uma boa ideia da forma da superfície imaginando as franjas como curvas de nível.



Luz monocromática significa luz de uma única cor.

Para superfície com tolerância de 0,001 mm, não poderão ser visíveis mais que quatro franjas da mesma cor, no caso de elas serem verificadas com luz comum. Para que as franjas sejam confirmadas da forma mais distinta possível, é preciso que a verificação seja feita com luz monocromática, como a luz de vapor de mercúrio.

Paralelismo

Para verificar o paralelismo de superfícies dos micrômetros de 0 a 25 mm, são necessários quatro planos paralelos ópticos. Os planos precisam ser de espessuras diferentes, sendo que as diferenças devem corresponder, aproximadamente, a um quarto de passo do fuso micrométrico. Dessa maneira, a verificação é feita em quatro posições, com uma rotação completa da superfície da haste móvel do micrômetro.

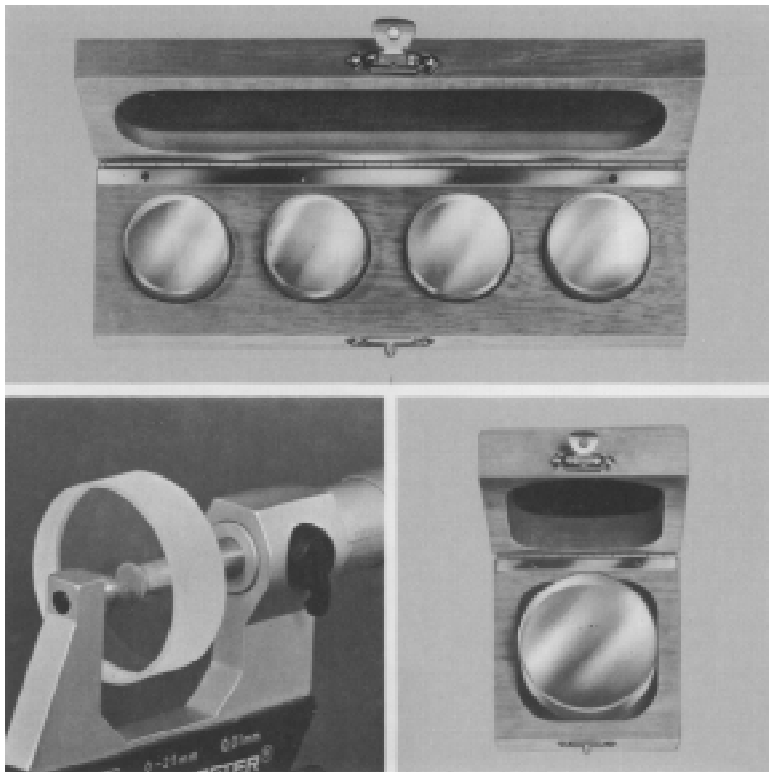
O plano paralelo deve ser colocado entre as superfícies de medição, sob a pressão da catraca em acionamento.

Durante o processo, o plano paralelo deve ser movido cuidadosamente entre as superfícies. Isso é necessário para que se reduza ao mínimo o número de franjas de interferência visíveis em cada uma das faces. As franjas serão contadas em ambas as faces.

Esse procedimento deve ser repetido várias vezes, mas o número total de franjas de interferência não pode passar de oito.

O processo descrito é usado na calibração de micrômetro de capacidade 0,25 mm. Entretanto, o mesmo método pode ser utilizado para verificar o paralelismo das superfícies de micrômetros maiores. Neste caso, é necessária a utilização de dois planos paralelos colocados nas extremidades das combinações de blocos-padrão.

Veja, a seguir, as ilustrações dos planos ópticos paralelos e do modo como eles são usados para a verificação das superfícies de medição de micrômetros.



Haste móvel

A haste móvel pode apresentar erro de deslocamento. Em geral, esse erro pode ser verificado com uma sequência de blocos-padrão.

Quanto aos blocos-padrão, suas medidas podem ser escolhidas para cada volta completa da haste móvel e, também, para posições intermediárias.

Vamos ver um exemplo dessa verificação: num micrômetro que apresenta passo de 0,5 mm, a série de blocos-padrão que mais convém para a verificação é a que apresente passo correspondente às medidas: 2,5 – 5,1 – 7,7 – 10,3 – 12,9 – 15,0 – 17,6 – 20,2 – 22,8 e 25 mm, observando o erro conforme a fórmula:

$$E_{\text{máx}} = \left(4 + \frac{L}{50} \right) \mu\text{m}$$

onde L corresponde à capacidade de medição do micrômetro em milímetro.

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios a seguir. Depois confira suas respostas com as do gabarito.

Exercícios

Marque com X a resposta correta.

Exercício 1

A norma que regulamenta a verificação de paquímetros é:

- a) () ABN - Metrologia;
- b) () ISO 9000;
- c) () ISO 9002;
- d) () NBR 6393.

Exercício 2

Na tabela de desvios admissíveis do paquímetro são registrados:

- a) () largura e correção de leitura;
- b) () extensão e desvio de leitura;
- c) () desvios e ajustes;
- d) () comprimento e desvios.

Exercício 3

A verificação do paralelismo de superfícies de micrômetros é feita com auxílio de:

- a) () blocos ou pinos-padrão;
- b) () planos paralelos ópticos;
- c) () plano óptico;
- d) () hastes móveis e fixas.

Exercício 4

Na calibração de micrômetros externos, podem ser identificados erros de:

- a) () superfície e perpendicularidade;
- b) () planeza e paralelismo;
- c) () espaço e simetria;
- d) () forma e assimetria.

Exercício 5

A norma que regulamenta a calibração de micrômetros é a:

- a) () ISO 9000;
- b) () NBR 6670;
- c) () ISO 9002;
- d) () NBR ISO 6180.

Exercício 6

As superfícies de medição do micrômetro devem ser:

- a) () recortadas;
- b) () lapidadas;
- c) () usinadas;
- d) () fresadas;

Exercício 7

A planeza das superfícies de medição pode ser verificada por meio de:

- a) () haste móvel;
- b) () bloco-padrão;
- c) () plano óptico;
- d) () pino-padrão.

Exercício 8

A forma e o número das franjas de interferências indicam:

- a) () número de desvios;
- b) () grau de planeza;
- c) () espessura da superfície;
- d) () nível de tolerância.

Exercício 9

Em superfície com tolerância de 0,001 mm, são visíveis até quatro franjas da mesma cor sob:

- a) () luz comum;
- b) () temperatura média;
- c) () luz difusa;
- d) () temperatura elevada.

Exercício 10

A haste móvel pode apresentar o erro de:

- a) () enquadramento;
- b) () envergamento;
- c) () deslocamento;
- d) () concentricidade.

