

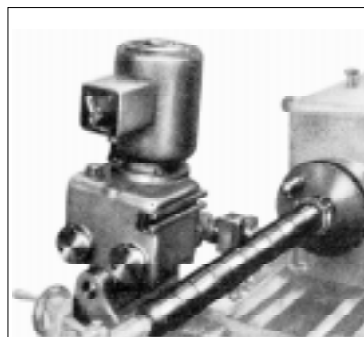
Superacabamento e rodagem

Na aula anterior, você viu que, em muitos casos, as superfícies de peças devem ser praticamente perfeitas, com exatidão dimensional e acabamento superficial excelente. Portanto, essas peças necessitam de acabamento especial que pode ser obtido por diversos processos.

Desses processos, você estudou brunimento, polimento e lapidação. Nesta aula, veremos os processos de superacabamento e rodagem.

Superacabamento

O superacabamento é uma operação feita em peças, cuja superfície apresenta defeitos, decorrentes do processo de retificação que precede a operação. Alguns defeitos têm a forma de riscos e estrias e são causados pelos grãos abrasivos. Outros defeitos, como a formação de facetas, são devidos aos efeitos de vibrações.

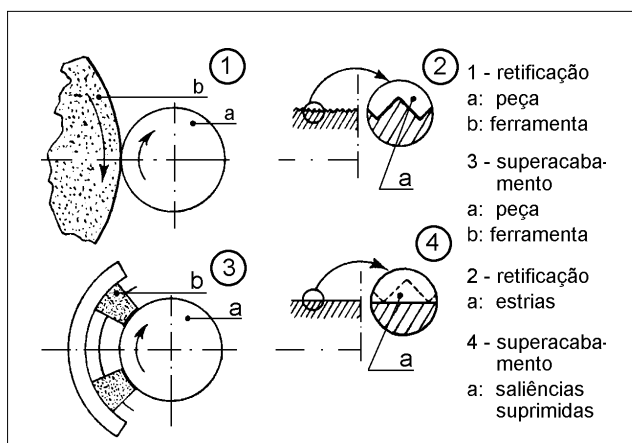


dispositivo para superacabamento

Nossa aula

A operação de superacabamento corrige esses defeitos. Com ela, o coeficiente de atrito entre as superfícies é diminuído e a resistência da superfície ao desgaste é aumentada. Ainda, a ação das pedras abrasivas retira a formação de facetas.

As facetas são microfaces que se formam na superfície da peça durante a retificação. Elas são provocadas pelo desbalanceamento do rebolo ou por folgas no eixo.



dispositivo para superacabamento

Rebolo muito duro ou com granulação muito fina tende a ficar empastado e por isso favorece a ocorrência do defeito. Finalmente, o mau estado do mecanismo de movimentação da mesa pode também causar o mesmo defeito. Veja figura ao lado.



facetar

A superfície superacabada deve ficar bem lisa e com aparência de um espelho fosco. A diferença entre superacabamento e retificação está no movimento de corte do abrasivo.

Na retificação, o movimento de corte é dado pelo rebolo, o qual tem movimento de rotação e gira a uma velocidade de corte de aproximadamente 1800 m/min.

Na operação de superacabamento, o movimento de corte é efetuado pela pedra ou bloco abrasivo. A pedra abrasiva trabalha com movimentos retilíneos de vaivém, numa cadência de 1.000 a 2.000 golpes por minuto e amplitude de 1 a 5 mm. Enquanto a pedra abrasiva realiza esses movimentos, a peça gira com velocidade de corte de aproximadamente 20 m/min.

A espessura do sobremetal retirado no superacabamento varia de 0,001 a 0,01 e depende dos seguintes fatores:

- pressão exercida sobre a pedra abrasiva em kgf/cm² ou Pa;
- estado da superfície ou grau de rugosidade, antes da operação;
- natureza da pedra abrasiva (grão e dureza).

Recordar é aprender

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 100 \text{ kPa}$$

Na operação de superacabamento, a pedra abrasiva é colocada em posição sobre a peça, com pressão constante de 1 a 5 kgf/cm² (100 a 500 kPa), depois de ter sido perfilada por uma ferramenta diamantada.

Em seguida inicia-se a operação, com a peça girando a uma velocidade de corte de 20 m/min e a pedra abrasiva vibrando. Essa vibração dá-se ao longo da geratriz do cilindro que está sendo submetido ao superacabamento. A operação de superacabamento pode também ocorrer com a peça sendo deslocada ao longo da pedra abrasiva, tal como na fabricação de rolos para rolamentos.

Durante a operação, tanto a peça quanto a pedra abrasiva devem ser constantemente lubrificadas com uma mistura de 80% de querosene e 20% de óleo. Também podem ser usados fluidos de corte, encontrados no comércio.

Quando a rugosidade chega a níveis satisfatórios, aumenta a superfície de contato entre a pedra abrasiva e a peça. Isto faz com que a pressão real em cada ponto de contato da pedra abrasiva com a peça seja insuficiente para retirar material. Neste momento termina a operação.

A operação do superacabamento é indicada nos seguintes casos:

- nos ajustes deslizantes ou giratórios de peças de alta precisão;
- na melhoria de tolerância de forma;
- na diminuição da rugosidade.

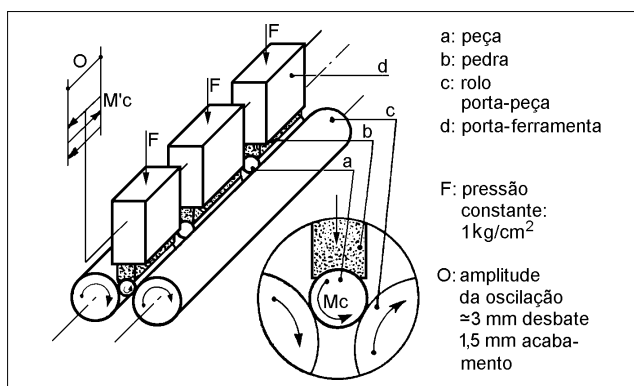
Para dar superacabamento em séries pequenas de peças, pode-se usar um dispositivo como o da figura ao lado, que pode ser adaptado a um torno.

O superacabamento de superfícies cilíndricas externas entre pontas é feito em uma máquina semelhante à máquina de retificação entre pontas. O suporte dos rebolos de retificar é substituído pelo suporte das pedras abrasivas de superacabamento.

Essa máquina é utilizada no superacabamento de virabrequins, eixos de comando etc.

Existem também outros tipos de máquinas de superacabamento, que são usadas para o acabamento de:

- superfícies cilíndricas externas sem centro. Neste tipo de máquina, a peça é suportada e arrastada por dois cilindros. Trata-se de uma máquina usada para grandes produções, como a fabricação de rolos de rolamentos;



máquina de superacabamento sem centro

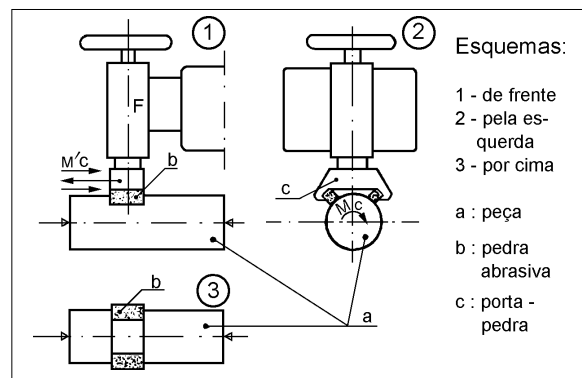
- superficies planas;
- superficies cilíndricas internas.

A operação de superacabamento deve ser controlada antes, durante e depois:

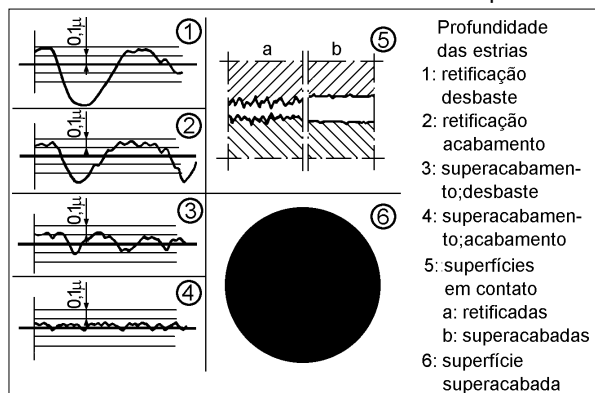
- *antes*, para verificar na peça a correção geométrica das superfícies a usinar a existência de sobremetal necessário, o qual deve ser geralmente entre 4 a 5 μm ;
- *durante*, para verificar o desenvolvimento normal da ação do abrasivo, que deve ter a duração regulada segundo os limites de tolerância determinados;
- *depois*, para verificar na peça as características obtidas.

As características da peça são :

- geométricas, que dizem respeito às dimensões e tolerâncias de forma;
- físicas, relativas principalmente à rugosidade da superfície;
- químicas, que se referem à constituição da superfície do metal.



dispositivo para
superacabamento
cilíndrico



Rodagem

A operação de rodagem permite melhorar a exatidão dimensional, o acabamento superficial e as tolerâncias de forma e posição de superfícies retificadas. Ela é muito usada em vedações de válvulas e suas sedes, acabamento dos contatos de micrômetros, acabamento do fio do esquadro de luz e réguas de luz.

Com a operação de rodagem são executados trabalhos em superfícies cilíndricas internas, externas e superfícies planas externas, tanto pelo processo manual quanto por meio de máquinas especiais.

No processo de rodagem, os abrasivos se apresentam na forma de pó. Com a ajuda de água, querosene ou óleo, este pó é transformado em pasta abrasiva que será utilizada na rodagem.

Os abrasivos mais comuns na rodagem são :

- o carboneto de silício, o óxido de alumínio branco e a pasta diamantada, para aços temperados;
- o óxido de alumínio comum (cinzento), para metais leves.

Recordar é aprender

Metais leves são aqueles que têm peso específico menor ou igual a 5 kg/dm^3 .

Estes abrasivos devem trabalhar com pressão de rodagem de aproximadamente 8 kgf/cm^2 (800 kPa) e VC de 20 a 30 m/min. A escolha da granulação dos abrasivos varia de 60 a 800, de acordo com o acabamento que se quer obter. Granulações de 60 a 300 são utilizadas para a rodagem de superfícies acabadas, enquanto granulações de 400 em diante para superfícies perfeitas (espelhadas ou lapidadas). Granulações mais finas, acima de 800, podem também ser usadas, desde que o local de trabalho e o método utilizado sejam adequados.

Na rodagem é possível a retirada de 0,1 a 0,2 mm de sobremetal, sendo o mais comum pequenas retiradas de 0,01 a 0,04 mm.

Agora que você já aprendeu bastante sobre o processo de rodagem, vamos ver como fazer a rodagem manual de uma superfície plana e depois a rodagem com máquina também de uma superfície plana.

Rodagem manual de uma superfície plana

Suponha que você vá fazer a rodagem das faces deslizantes de contato de um centralizador marva.

Você vai necessitar então do seguinte material:

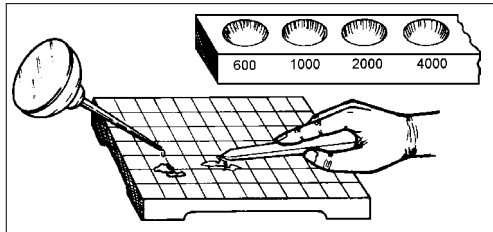
- desempenos de ferro fundido;
- abrasivos (óxido de alumínio com granulações de 600 e pasta abrasiva diamantada de 2 - $4 \mu\text{m}$);
- líquido (querosene);
- pano para limpeza;
- bastão de latão para espalhar a pasta abrasiva (querosene + abrasivo);
- plano óptico;

- rugosímetro;
- algodão para limpeza;
- benzina.

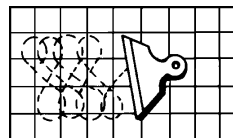
Quanto à operação propriamente dita, ela obedece aos passos seguintes.

- Verifique a rugosidade da peça já retificada.

- Limpe o desempenho e distribua a pasta abrasiva (querosene + abrasivo 600) com o bastão de latão.



- Inicie a rodagem. Para isto, movimente a peça descrevendo a forma do número oito.



Dica tecnológica

Utilize toda a superfície do desempenho para não provocar desgaste em pontos concentrados.

- Limpe a superfície da peça.
- Faça o controle visual da superfície rodada. Observe se não ficaram falhas de usinagem. Caso a superfície apresente falhas de usinagem, continue com a operação até que toda a superfície tenha sido usinada.
- Passe para outro desempenho. Utilize abrasivos de granulações mais finas como 1.000 e 1.500 até a granulação 8.000.

Dica tecnológica

Normalmente, os grãos abrasivos ficam retidos na superfície do desempenho. Não adiantaria portanto utilizar granulações mais finas com o mesmo desempenho. A solução é usar outros desempenos, específicos para cada tamanho de grão abrasivo.

Faça o controle da planeza com o uso do plano óptico. Se necessário, faça o controle da rugosidade. Caso a rugosidade encontrada não seja satisfatória, continue a operação de rodagem, controlando a planeza e a rugosidade até obter valores satisfatórios.

Rodagem por máquina

Na rodagem por máquina a peça permanece parada, enquanto os abrasivos entram em movimento. O operação é executada com pedras ou pó abrasivos.

No caso de uso de pedras abrasivas, estas devem ser fixadas em dispositivos rotativos. No caso de pó abrasivo, este deve ser misturado com querosene a fim de formar a pasta abrasiva, que será utilizada em conjunto com um disco de cobre ou ferro fundido.

Vamos ver um exemplo de como fazer a rodagem nas pontas de contato de um micrômetro. Para isto você vai usar uma lapidadora de micrômetro e mais:

- micrômetro para lapidar, já limpo e ajustado;
- dois discos de lapidação;
- abrasivo em pasta (diamante 2-4 μm e 1-2 μm , equivalentes aproximadamente às granulações de 8.000 e 14.000 respectivamente);
- plano óptico para controle de planeza, ou paralelo óptico para controle de paralelismo;
- rugosímetro;
- benzina;
- algodão e pano;
- querosene;
- rolete cônico.

O objetivo dessa operação é tornar planas, paralelas e com baixa rugosidade as superfícies dos contatos do micrômetro.

Para realizar a operação de rodagem nas superfícies de contato do micrômetro você deve obedecer aos seguintes passos.

- Fixe o micrômetro na lapidadora pela ponta móvel. Anote o valor da abertura. Você vai precisar dela nas fixações posteriores. No nosso exemplo vamos utilizar uma abertura de 10 mm.
- Limpe o disco com querosene, a fim de retirar a poeira que poderia causar problemas na operação.
- Coloque a pasta abrasiva (2-4 μm) na superfície do disco e espalhe-a com um rolete cônico.
- Regule a mesa onde está fixado o micrômetro, de forma que a face do contato do micrômetro que vai ser rodada fique paralela à face do disco.

Observação: A primeira face a ser rodada tanto pode ser a fixa quanto a móvel, no caso de as duas precisarem passar pelo processo de rodagem.

- Inicie a rodagem.
- Troque o disco de lapidação. Utilize disco para o abrasivo de 1-2 μm .
- Controle a superfície obtida, observando a planeza, o paralelismo e a perpendicularidade das faces. Caso necessário, repita a operação de rodagem até obter o resultado desejado.
- Repita os passos do início desta operação até que as duas faces de contato do micrômetro estejam planas, paralelas, perpendiculares e com um grau aceitável de rugosidade.

Como você pôde observar, o superacabamento e a rodagem são processos muito parecidos com o de brunimento. Porém, há algumas diferenças como o tamanho do grão abrasivo. É comum encontrar nas empresas um processo de superacabamento sendo chamado de **rodagem**.

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

Marque com X a única resposta correta:

**Pare! Estude!
Responda!**

Exercício 1

Peças retificadas com riscos e estrias devem ser submetidas à operação de:

- a) ☐ rodagem;
- b) ☐ polimento;
- c) ☐ superacabamento;
- d) ☐ lapidação;
- e) ☐ brunimento.

Exercício 2

Uma superfície superacabada fica com a aparência de:

- a) ☐ cristal;
- b) ☐ metal;
- c) ☐ platina;
- d) ☐ vidro transparente;
- e) ☐ espelho fosco.

Exercício 3

O que diferencia superacabamento de retificação é o:

- a) ☐ movimento de corte do abrasivo;
- b) ☐ deslizamento do rebolo;
- c) ☐ movimento de rotação do rebolo;
- d) ☐ grau de rugosidade;
- e) ☐ nível de porosidade.

Exercício 4

Na operação de superacabamento a superfície da peça fica em contato com o:

- a) ☐ rebolo;
- b) ☐ disco abrasivo;
- c) ☐ pedra abrasiva;
- d) ☐ diamante;
- e) ☐ eixo do porta-peças.

Exercício 5

Para o acabamento de ajustagens deslizantes ou giratórias de peças de exatidão dimensional, a operação adequada é:

- a) ☐ brunimento;
- b) ☐ lapidação;
- c) ☐ superacabamento;
- d) ☐ retificação;
- e) ☐ polimento.

Exercício 6

Para acabamento de cilindro de motor, é recomendável a máquina de superacabamento, denominada:

- a) ☐ retificadora;
- b) ☐ politriz;
- c) ☐ plana;
- d) ☐ sem centros (center less);
- e) ☐ cilíndrica interna.

Exercício 7

A rodagem pode ser feita:

- a) ☐ eletronicamente e com disco;
- b) ☐ manualmente e semi-automática;
- c) ☐ elétrica e eletronicamente;
- d) ☐ semi e automaticamente;
- e) ☐ manualmente e por máquina.

Exercício 8

8. O movimento que a peça deve fazer na rodagem manual é em forma de:

- a) ☐ árvore;
- b) ☐ quatro;
- c) ☐ círculos;
- d) ☐ quadrados;
- e) ☐ oito.

