

Universidade da Beira Interior
Engenharia Aeronáutica

Processos de fabrico de ligas metálicas para aplicações aeroespaciais

Tiago Correia Bartolomeu nº28960

Introdução (Tópicos)

- Matéria-prima (metal);
- Processos de transformação;
- Métodos de união;
- Tratamento térmico;
- Tratamento de superfície.

Metais

Os metais são conhecidos por:

- Elevada dureza;
- Elevado ponto de fusão;
- Boa condutibilidade térmica;
- Boa condutividade elétrica.

Apesar destas características, um metal nem sempre satisfaz, na sua forma pura, as características pretendidas. Para tal, recorreremos às **ligas metálicas**.

Ligas Metálicas

São materiais com propriedades metálicas que contêm dois ou mais elementos químicos, sendo que pelo menos um deles é um metal.

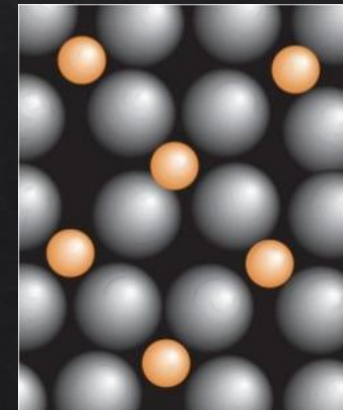
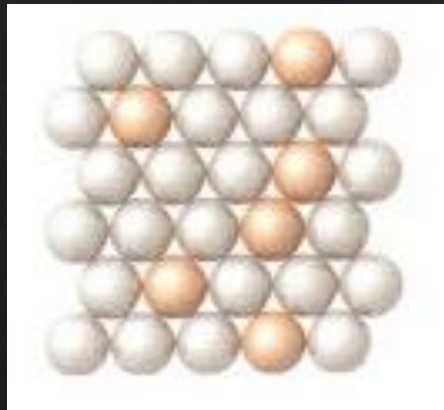
Estas ligas podem ser divididas em dois grupos:

- Ligas ferrosas (maior dureza e melhor resistência mecânica);
- Ligas não-ferrosas (mais dúcteis e excelente resistência à corrosão).

Ligas Metálicas

Estruturalmente, existem dois tipos de ligas metálicas:

- Ligas metálicas substitucionais (alterações por substituição);
- Ligas metálicas intersticiais (raios atômicos muito diferentes).



Processos de fabricação



Processos de fabricação

Procedimento usual:

- Misturar o metal com os outros elementos capazes de melhorar o produto final;
- A mistura é colocada dentro de um forno para fundir e misturar a composição química final do material;
- O metal fundido é introduzido dentro de um molde para solidificar.

Processos primários

Os processos normalmente usados para a produção de ligas metálicas são:

- Fundição;
- Laminação ou Rolamento;
- Drawing (Tiragem);
- Forjamento;
- Extrusão;
- Estampagem.

Fundição

Consiste em aquecer o metal acima do ponto de fusão, obtendo-se uma liga no estado líquido.

As suas maiores desvantagens comparativamente com outros processos:

- Porosidades;
- Baixa tenacidade;
- Baixa ductilidade.

Fundição

Este processo pode ser dividido em dois grupos principais:

- Moldagem temporária: fundição por areia, moldagem plena, fundição de precisão e processo de molde cerâmico;
- Moldagem permanente: fundição em molde metálico e fundição sob pressão.

Fundição

A escolha de um processo de fundição para uma determinada peça deve levar em conta, além dos aspetos técnicos, fatores económicos tais como:

- Nível de produção em número de peças;
- Custo do equipamento;
- Custo da maquinação para o acabamento da peça;
- Custos gerais associados.

Fundição

Conforme se pode constatar na tabela, os processos mais utilizados são a fundição por molde de areia e a fundição por molde permanente.

Material Process	Irons	Steel	Aluminum	Copper	Magnesium	Nickel	Refractory Metals	Titanium	Zinc
Sand Casting	X	X	X	X	X	X			O
Permanent Mold Cast	X	O	X	O	X	O			O
Die Casting			X	O	X				X
Investment Casting		X	X	X	O	O			
Closed-die Forging		X	O	O	O	O	O	O	
Extrusion		O	X	X	X	O	O	O	
Cold Heading		X	X	X		O			
Stamping, Deep Draw		X	X	X	O	X		O	O
Screw Machine	O	X	X	X	O	X	O	O	O
Powder Metallurgy	X	X	O	X		O	X	O	

Key:

X = Routinely performed

O = Performed with difficulty, caution, or some sacrifice (such as die life)

Blank = Not recommended

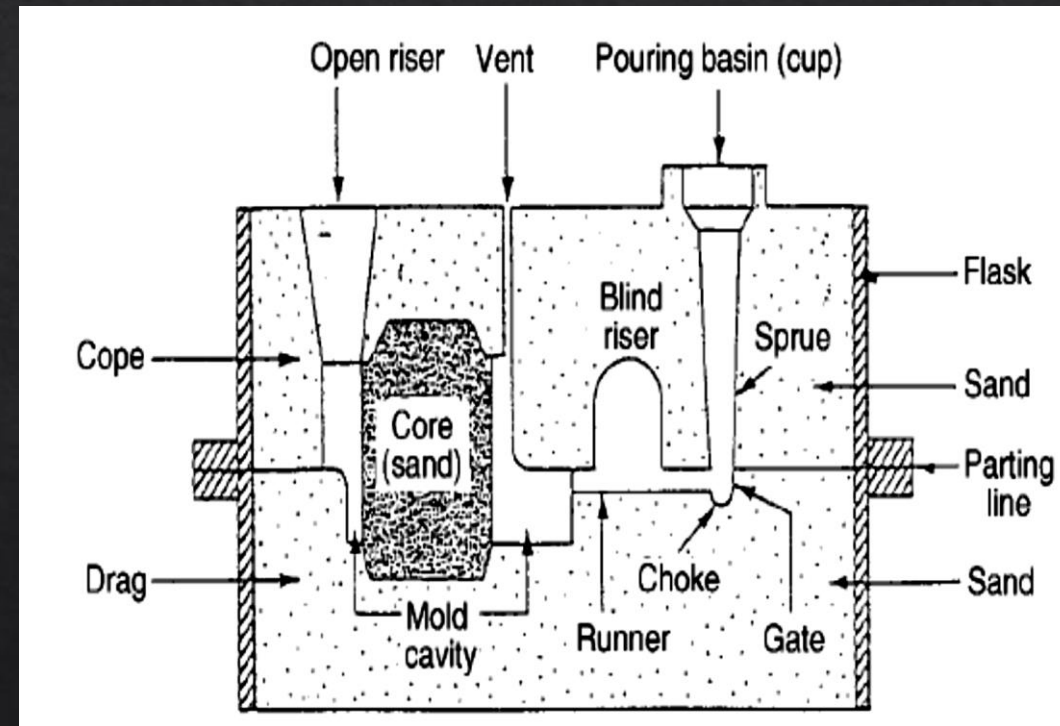
Fundição (em molde de areia)

Consiste em verter uma liga metálica no seu estado líquido para dentro de cavidades de um molde.

A principal vantagem da utilização da areia é que é um material de baixo custo e permite construir peças de grande porte.

Desvantagens:

- Superfície áspera;
- Baixa precisão dimensional;

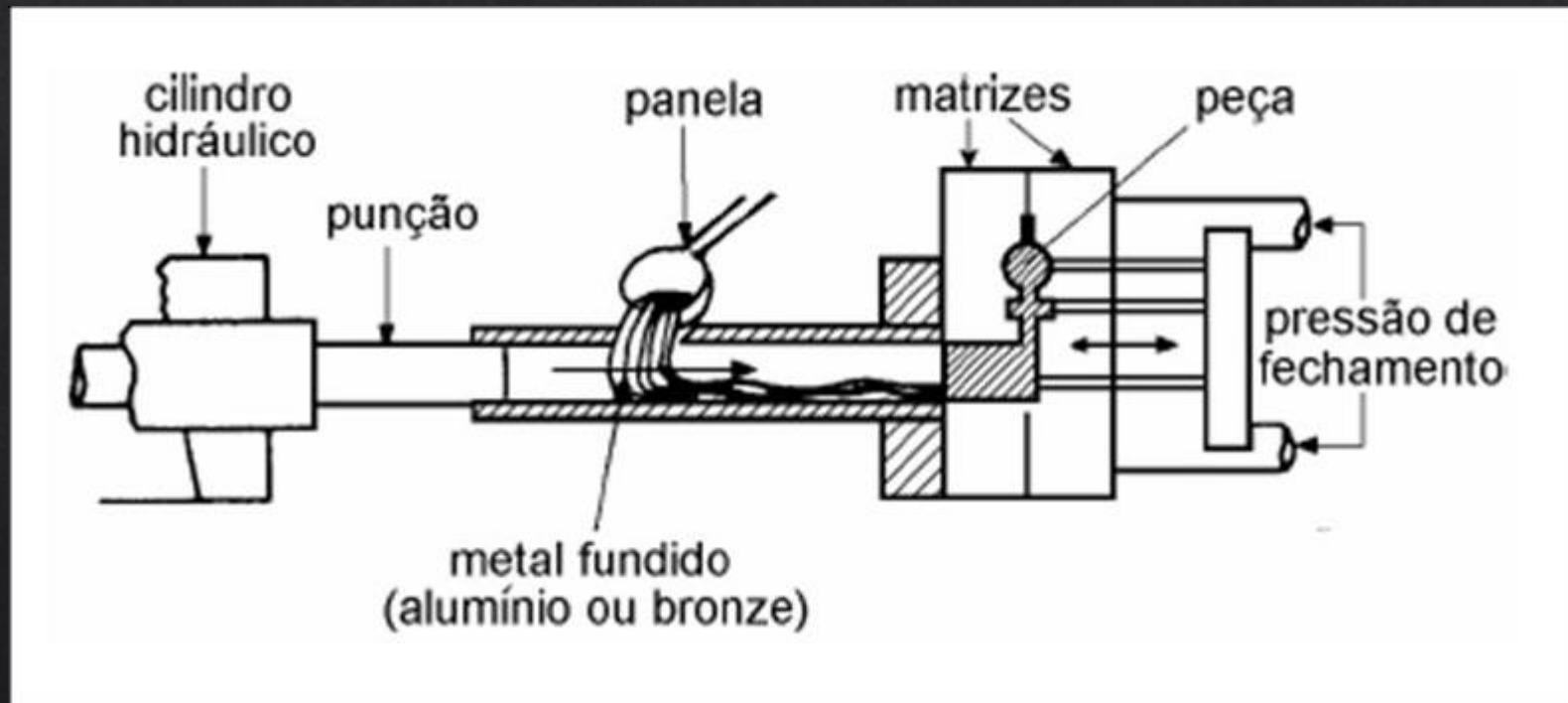


Fundição (em molde permanente)

Tem um princípio de funcionamento idêntico ao molde de areia.

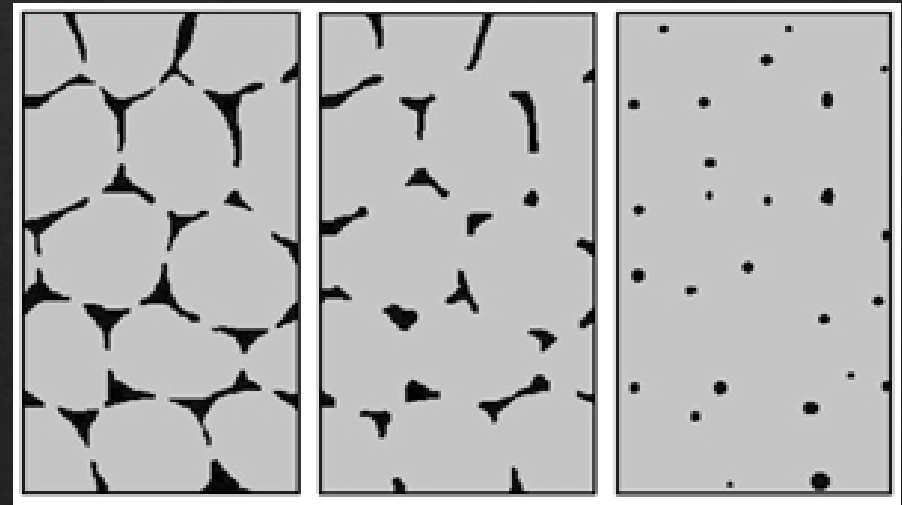
Dimensões e peso mais limitados.

Ideal para grandes produções.



Metalurgia do pó

O processo de sinterização consiste na reorganização espacial dos grãos metálicos em que estes devido à temperatura e pressão aplicadas tendem a ficar mais coesos.



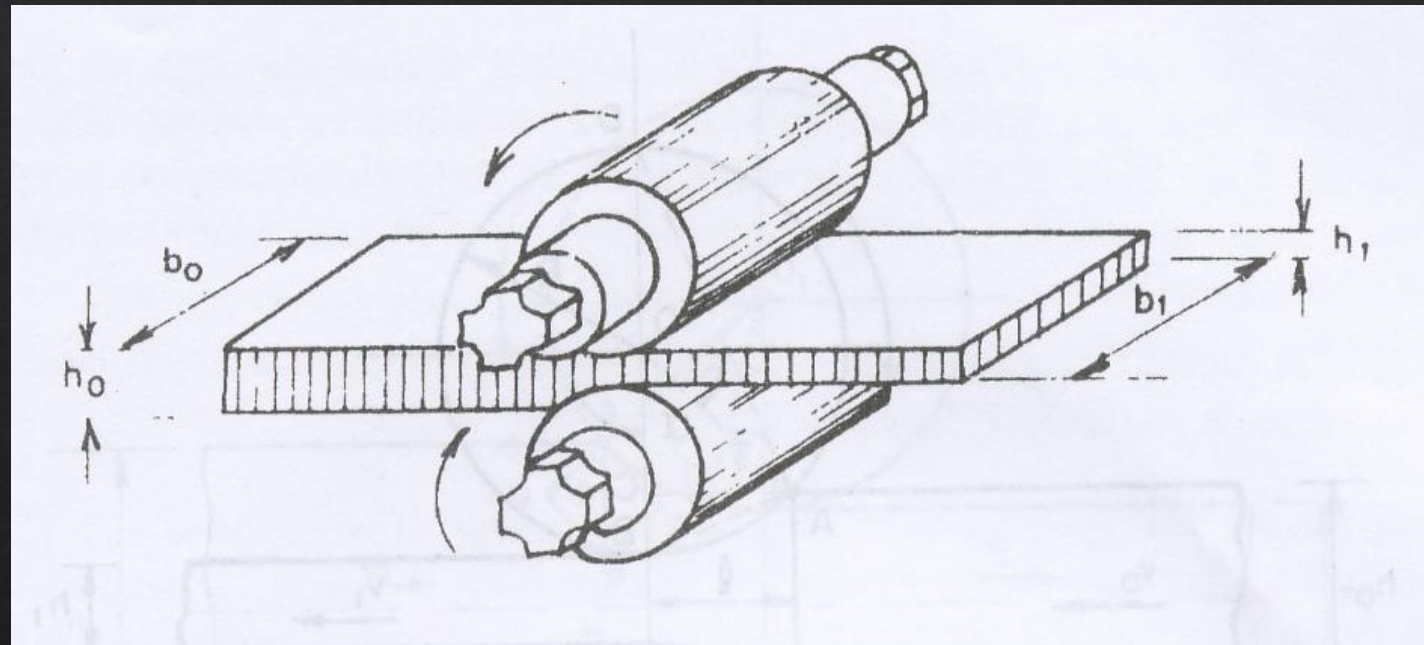
Sinterização(Processo)

Laminação

Consiste na passagem de um corpo sólido, aquecido ou a frio, entre dois cilindros que geram a mesma velocidade periférica, mas em sentidos opostos.

Processo ideal de onde provêm a maior parte de chapas de alumínio e aço usadas nos setores da indústria.

Laminação(Processo)



Laminação

Podemos determinar a força necessária para produzir uma certa deformação através de:

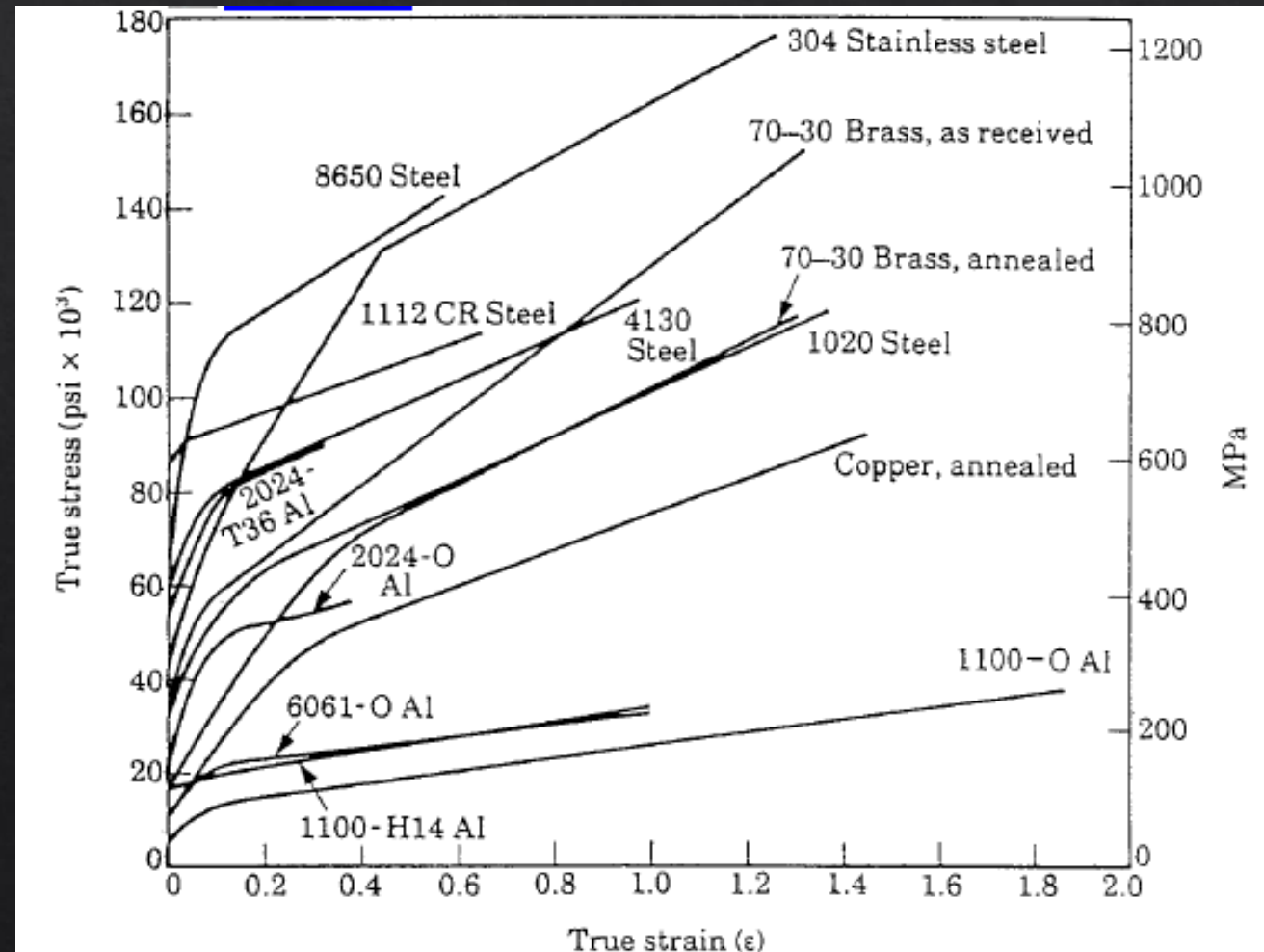
$$F = LwY_{avg}$$

F = força (N);

W = largura da barra (m);

L = rad do ângulo do rolo que entra em contacto com a barra (rad);

Y = tensão média verdadeira.

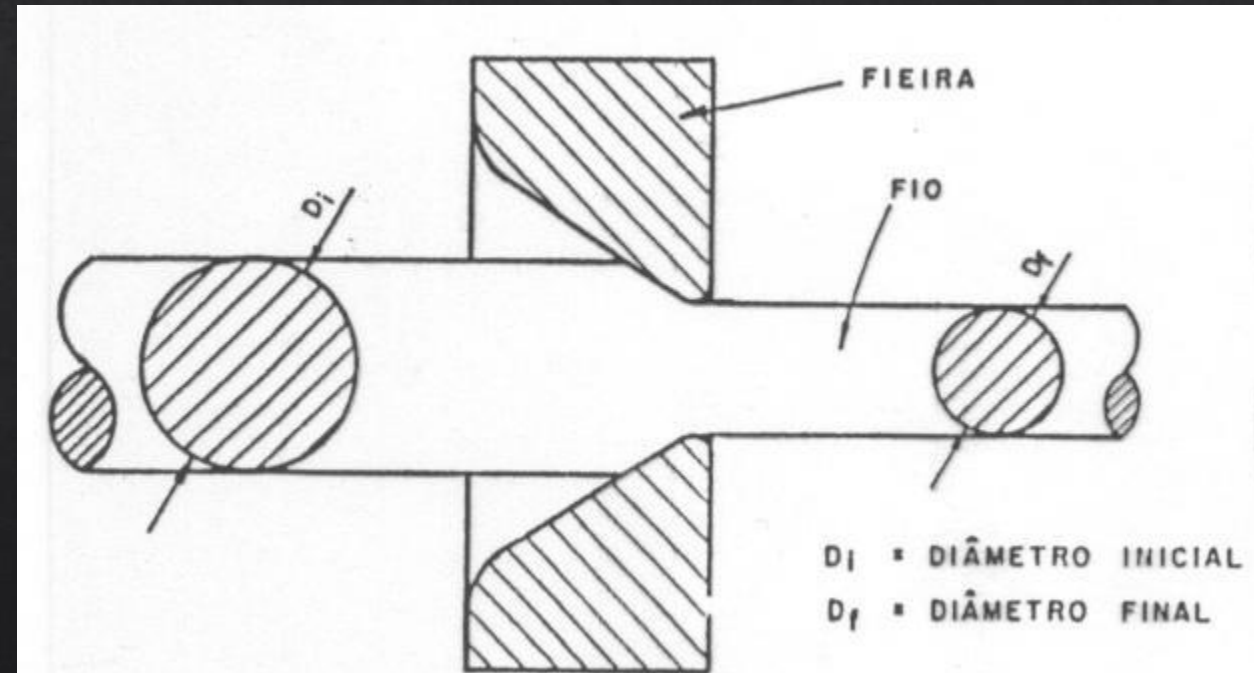


Drawing

É um processo mecânico a frio, que consiste na passagem de uma barra, perfil, tubo ou fio por uma matriz, por meio de uma força de tração.

Excelente para a produção de fios e arames.

Drawing(Processo)



Forjamento

Consiste no trabalho de um metal por utilização de forças compressivas locais.

É dividido em dois processos principais:

- Forjamento em molde aberto (grandes peças e número reduzido de peças);

Forjamento em molde aberto

- Forjamento por impressão em molde(grande escala).

Forjamento(ambos)



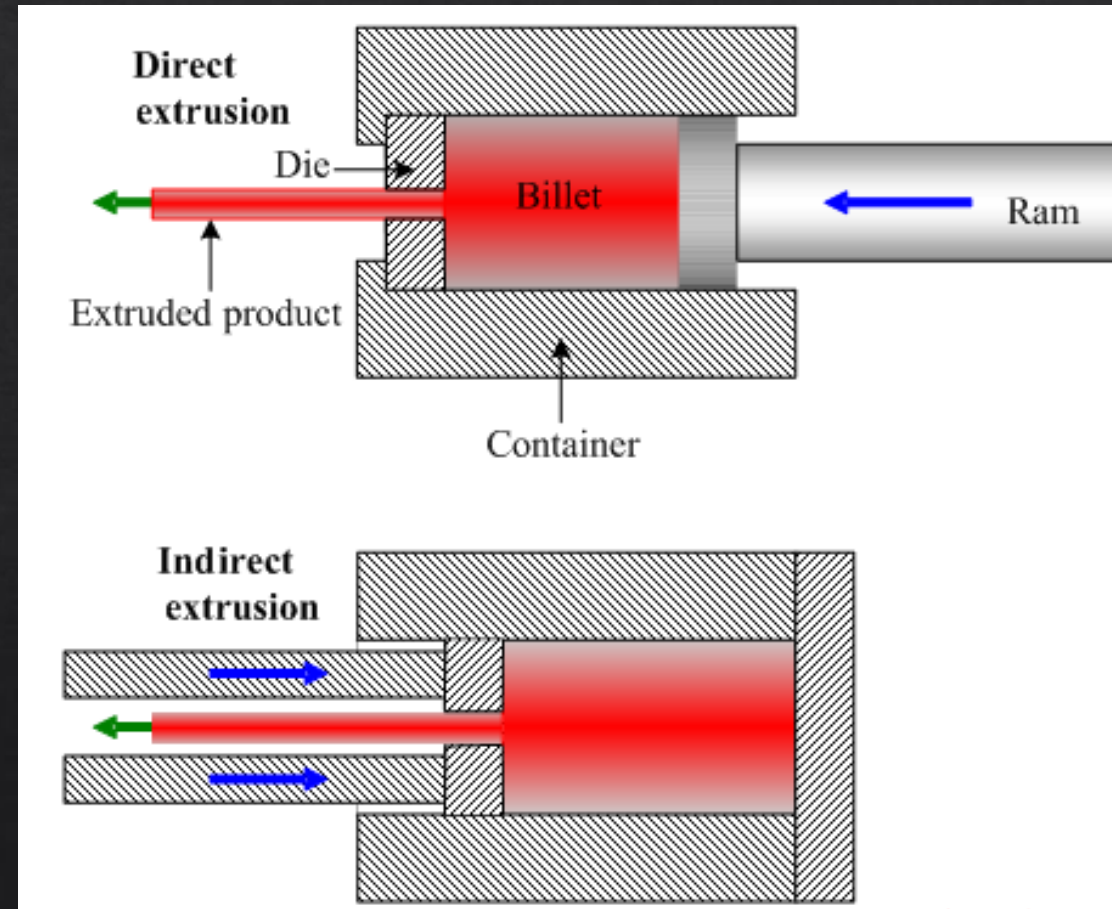
Extrusão

A liga metálica é comprimida e forçada a fluir através de uma superfície de menor dimensão. É comum ser realizado a quente, pois reduz a quantidade de força necessária devido às deformações plásticas.

Processo de compressão indireta.

Bastante usado para perfis de ligas metálicas.

Extrusão(Direta e Indireta)



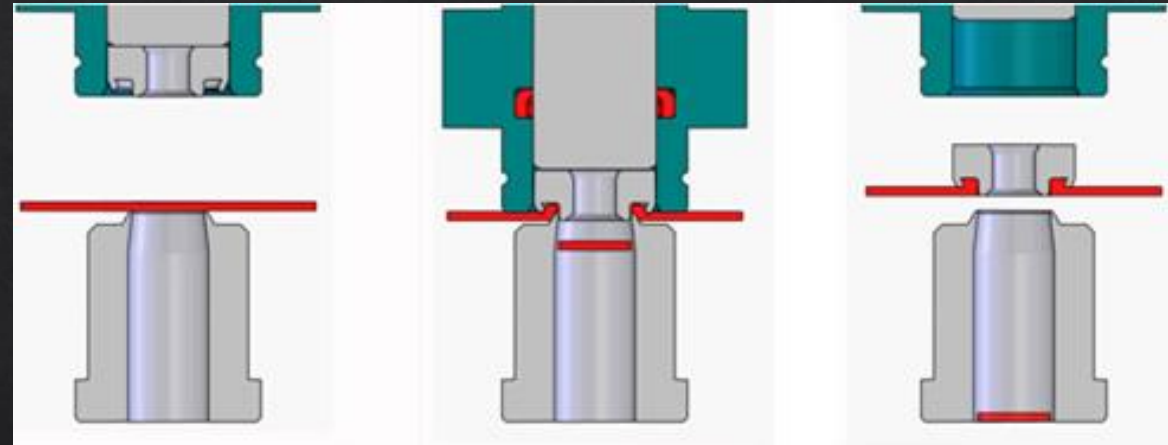
Estampagem

Este processo permite a obtenção de peças com diversas formas a partir de chapas metálicas.

Diferente de todos os outros processos, onde ocorrem deformações plásticas em todo o volume do corpo.

Esforços principais: Corte e flexão.

Estampagem(Processo)



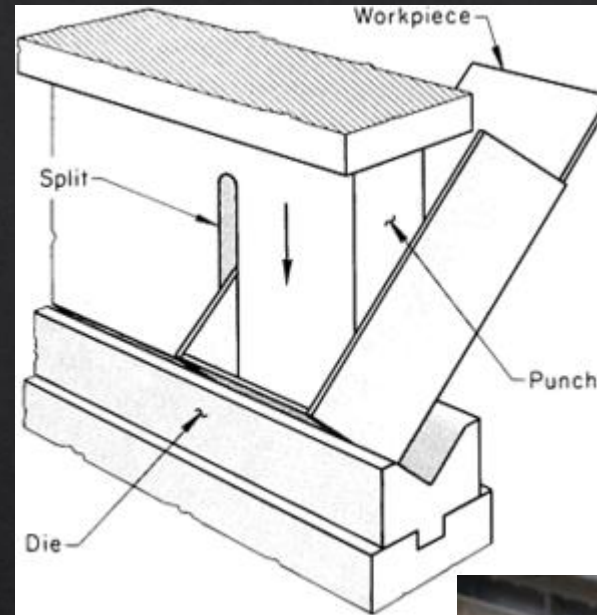
Outros processos de moldagem(a frio)

Vantagens:

- Melhor acabamento superficial;
- Reduzida contaminação metálica;
- Melhor fiabilidade da peça;
- Maior resistência mecânica.

Desvantagens:

- Necessário forças maiores;
- Endurecimento local devido à tensão aplicada.



Maquinação

As ligas metálicas fabricadas pelos processos de fabricação primários geralmente apresentam superfícies grosseiras, o que exige um determinado acabamento.

Para alguns tipos de peças, os processos primários não apresentam as melhores condições de custo e produtividade.

Surge então este processo que pode ser considerado como um processo secundário.

Maquinação

Este processo possibilita:

- Melhor aspeto superficial e melhores tolerâncias dimensionais;
- Obtenção de certos detalhes;
- Fabricação em série a um custo mais acessível.

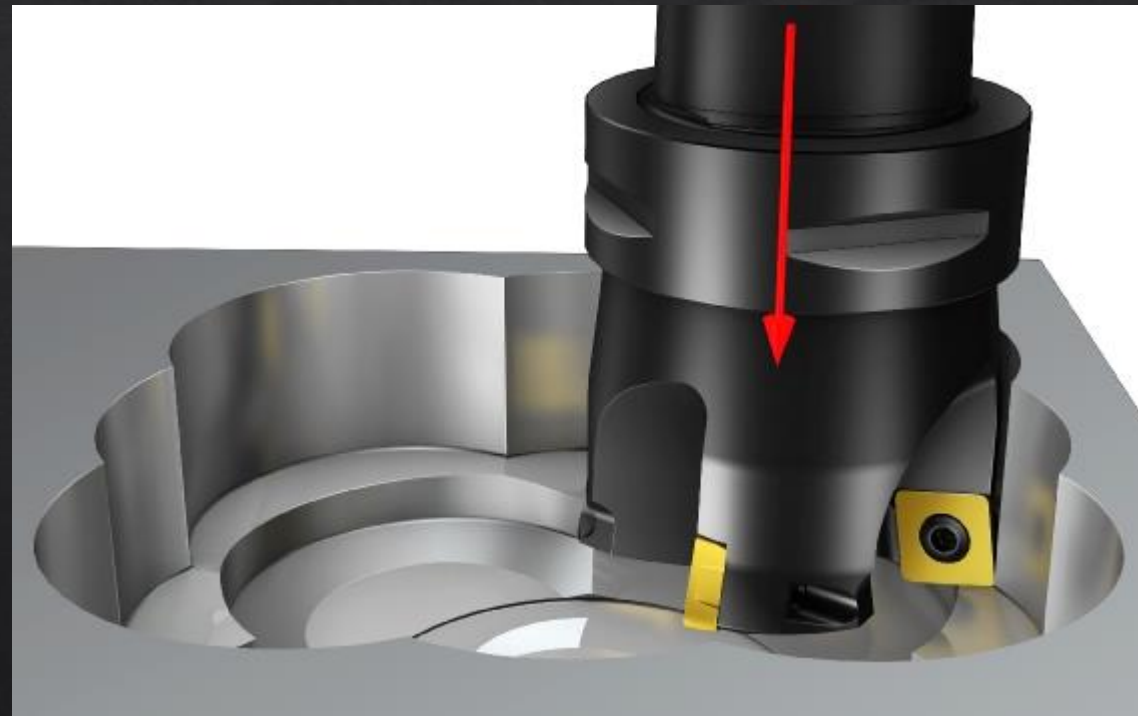
O número de operações de maquinação é muito grande, assim como são os vários tipos de máquinas e ferramentas de corte.

Como exemplos de operações de maquinação temos:

Maquinação



Torneamento



Fresagem

Maquinação



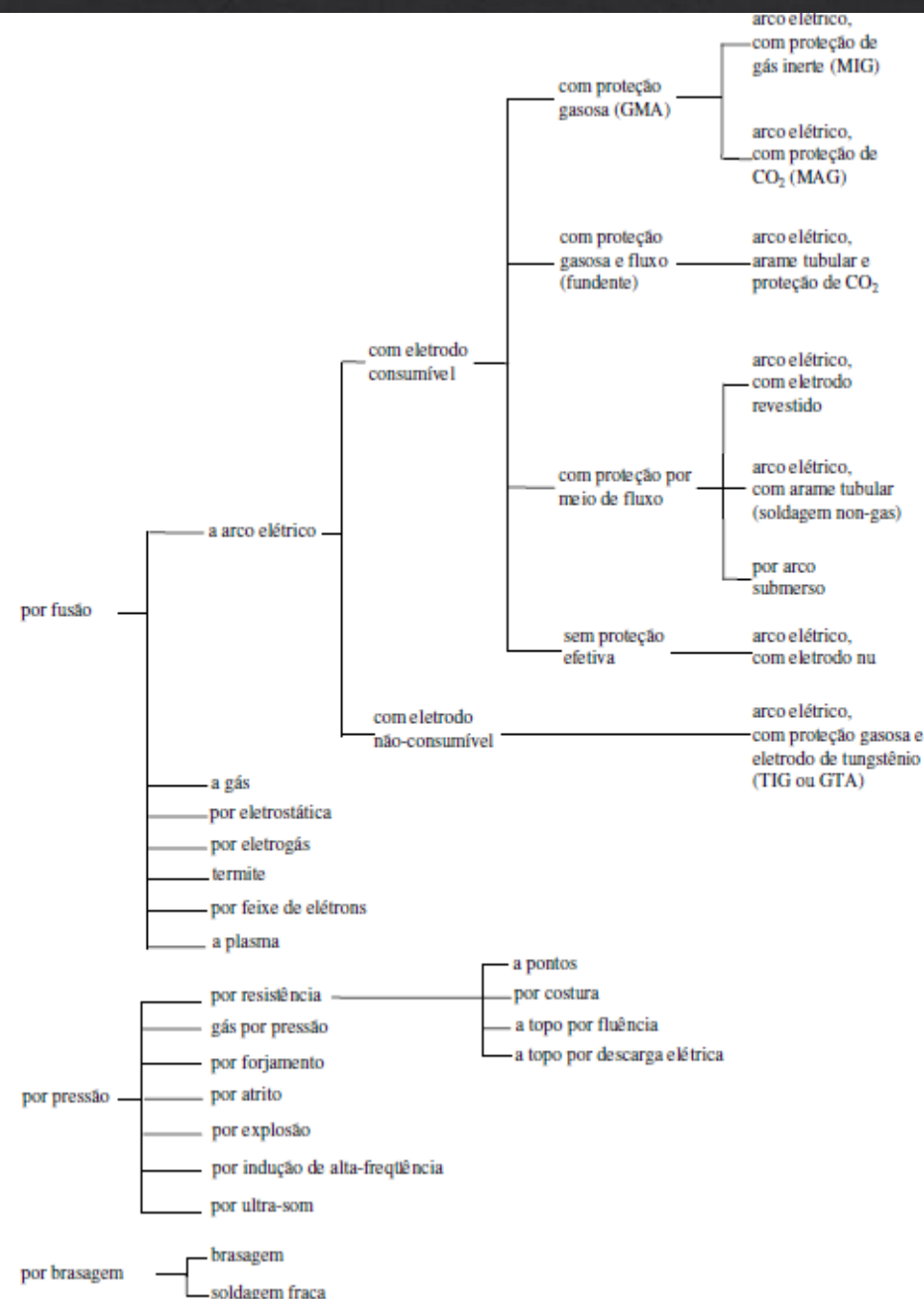
Mandrilamento



Perfuração

Métodos de união (Soldagem)

Embora seja difícil de encontrar uma classificação universal aceita, pode-se estimar que existem atualmente em utilização comercial cerca de cinquenta processos de soldagem.



Métodos de união (Soldagem)

Os processos de soldagem são, então, divididos em três grandes classes:

- Soldagem por fusão, as partes são fundidas por energia elétrica ou química;
- Soldagem por pressão, as partes são unidas com força e pressionadas uma contra a outra;
- Brasagem, as partes são unidas por meio de uma liga metálica de baixo ponto de fusão.

Métodos de união (Rebitagem)

É um processo que permite unir chapas através de uma deformação local, usando uma peça denominada rebite, obtendo uma união mecânica entre as duas superfícies. Após esta união, é quase impossível separá-las sem a destruição parcial ou total dos componentes.



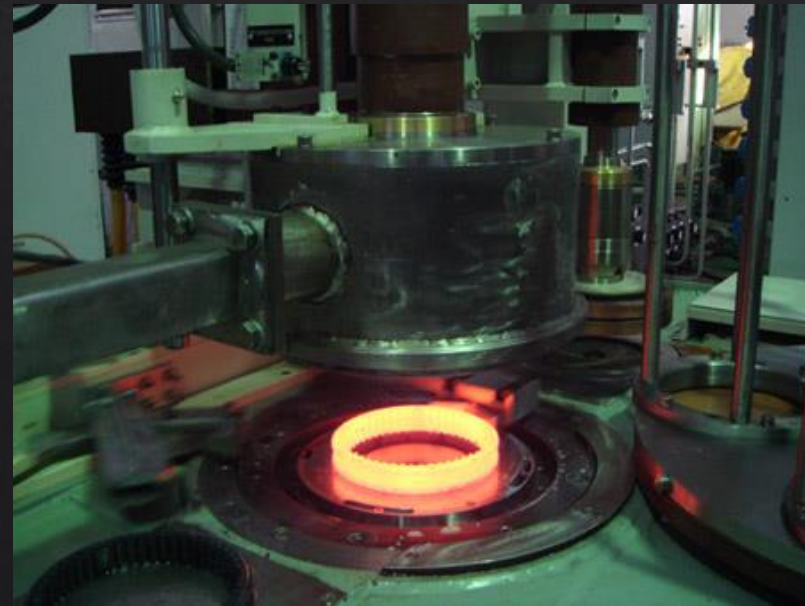
Tratamentos térmicos

São processos metalúrgicos de transformação da estrutura dos materiais para a melhoria das propriedades dos mesmos.

Estes processos têm por base o amolecimento ou o endurecimento dos metais.

Existem vários tipos de tratamentos térmicos, como por exemplo:

- Recozimento (amolecimento);
- Tempêra (endurecimento);
- Normalização (amolecimento).



Tratamentos térmicos

Estes tratamentos têm como objetivo:

- Remover as tensões internas;
- Aumentar ou diminuir a dureza da liga metálica;
- Aumentar a resistência mecânica;
- Melhorar a resistência ao desgaste;
- Melhorar a resistência à corrosão;
- Modificar as propriedades eletromagnéticas.

Tratamentos de superfície

As ligas metálicas, frequentemente, necessitam de um tipo de tratamento superficial, seja este quando estas ligas estão no seu suposto estado final ou um processo intermédio (necessidade de uma superfície ser limpa ou polida antes de ser revestida com uma camada protetora).

Este tratamento é bastante importante, pois sem ele pode estar em causa a integridade da peça.

Assim, são de maior relevância os diferentes processos de tratamento de superfície.

Tratamentos de superfície

Entre vários tipos de tratamento, são de destacar:

- Limpeza de superfícies utilizando reagentes químicos;
- Ações mecânicas ou reações eletroquímicas;
- Camadas de proteção (disparo de grão e reações químicas).

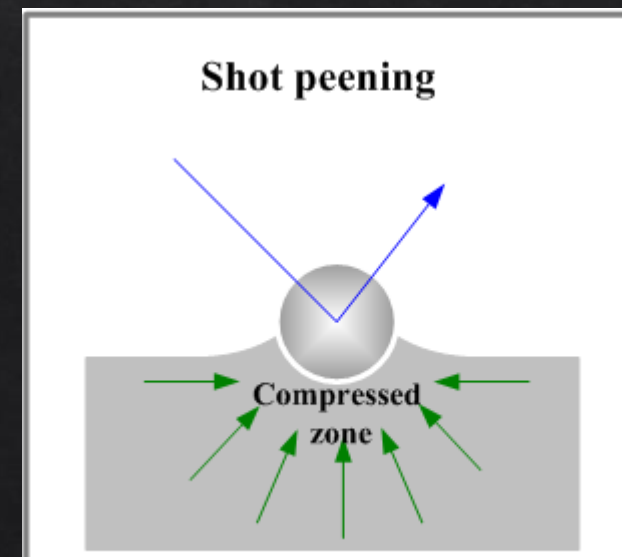
Tratamentos de superfície (shot peening)

É um método de trabalho a frio cada vez mais usado, onde múltiplos grãos são disparados contra a superfície do material.

Surge da necessidade de quando um material é sujeito a processos de fadiga prolongados.

Aumenta consideravelmente o tempo de vida útil de uma peça e que em muitos casos poderá ser vital para a integridade de uma estrutura.

Shot peening



FIM

Questões?!?