

PRINCÍPIOS DA LAMINAÇÃO DOS METAIS – PARTE I – CONCEITOS E PROCESSOS

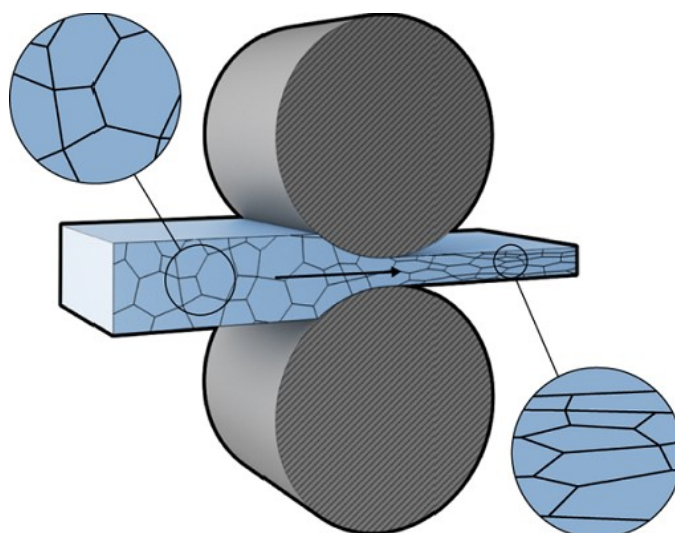
Metalurgista Industrial

julho 2019

www.metalurgistaindustrial.com.br

Definição e processo

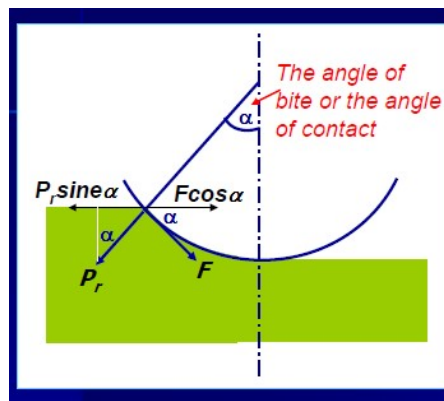
Laminação é definida como o processo de conformação mecânica no qual o metal é plasticamente deformado pela aplicação de forças compressivas promovidas pela passagem através de um ou mais pares de cilindros que giram em sentidos opostos e com as mesmas velocidades, com o propósito de redução de sua espessura ou altura de uma seção (área). Como consequência, o metal sofre acréscimo proporcional em seu comprimento de modo a preservar o princípio do volume constante.



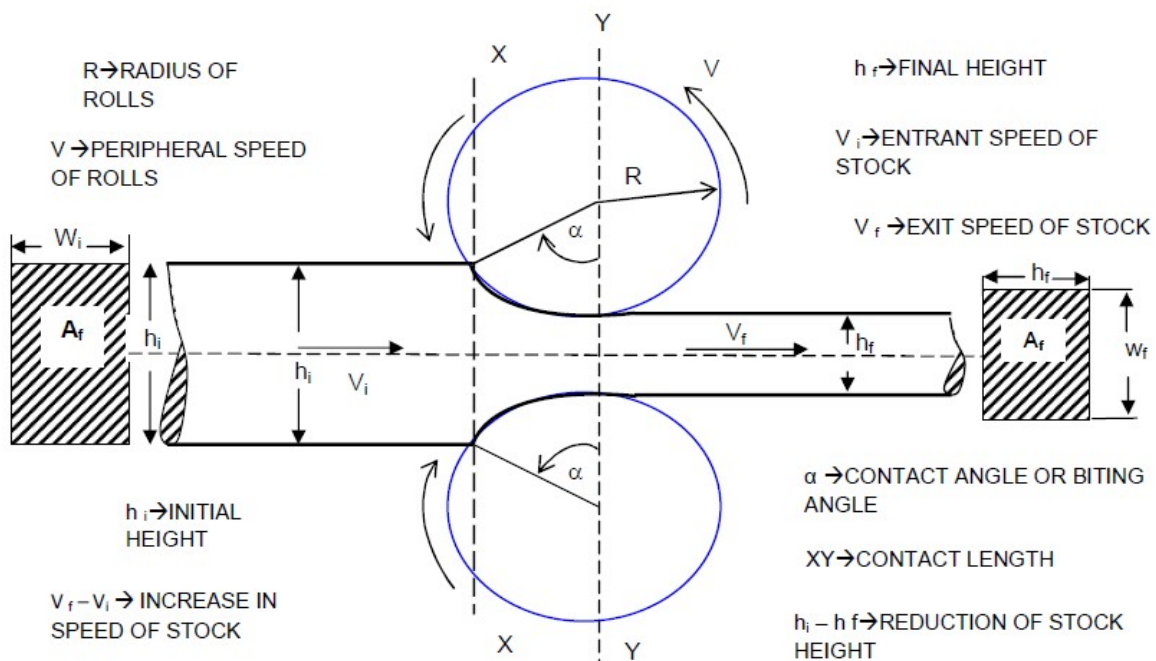
Cada par de cilindros de laminação confere um passe, que corresponde a uma taxa ou fator de redução, definido como a relação entre as espessuras ou alturas/áreas de saída e de entrada do material. Como o propósito principal da laminação é o de redução da espessura ou altura/área, a espessura ou altura/área do metal em laminação é maior do que a correspondente entre dois cilindros. O que significa que o material tem de ser agarrado e puxado pelos cilindros.

Esse agarramento ou mordedura se faz pela fricção ou atrito entre o metal e os cilindros. Alguns fatores influenciam nesse processo de agarramento, tais como o diâmetro dos cilindros (quanto maior o diâmetro, melhor o agarramento, pois maior a área de contato e maior o atrito entre as áreas), taxa de redução (quanto menor, mais fácil o agarramento), velocidade dos cilindros (quanto menor a velocidade relativa entre superfícies que se tocam, maior o atrito entre elas) e temperatura do metal e dos cilindros (quanto maior, menor o coeficiente de atrito).

Para que o metal em laminação adentre os cilindros, a componente da força de fricção deve ser igual ou superior à componente horizontal da força normal, como ilustrado a seguir:



A figura abaixo oferece uma visão geral dos parâmetros que intervêm no processo de laminação. A velocidade do material em laminação aumenta da entrada para a saída em função da ocorrência do alongamento. Ao longo da superfície ou arco de contato entre os cilindros e o metal, ou seja, na zona de deformação, há somente um ponto onde a velocidade periférica dos cilindros é igual à do metal em laminação. Esse ponto é denominado ponto neutro ou de não deslizamento.



Classificação

É feita uma distinção no processo de laminação em função da temperatura em que este ocorre:

(i) Laminação a quente

O processo é denominado laminação a quente quando ocorre acima da temperatura de recristalização do metal. Após os grãos se deformarem durante o processamento, eles recristalizam-se mantendo uma microestrutura equiaxial e previne o material de sofrer aumento de dureza por trabalho a frio.

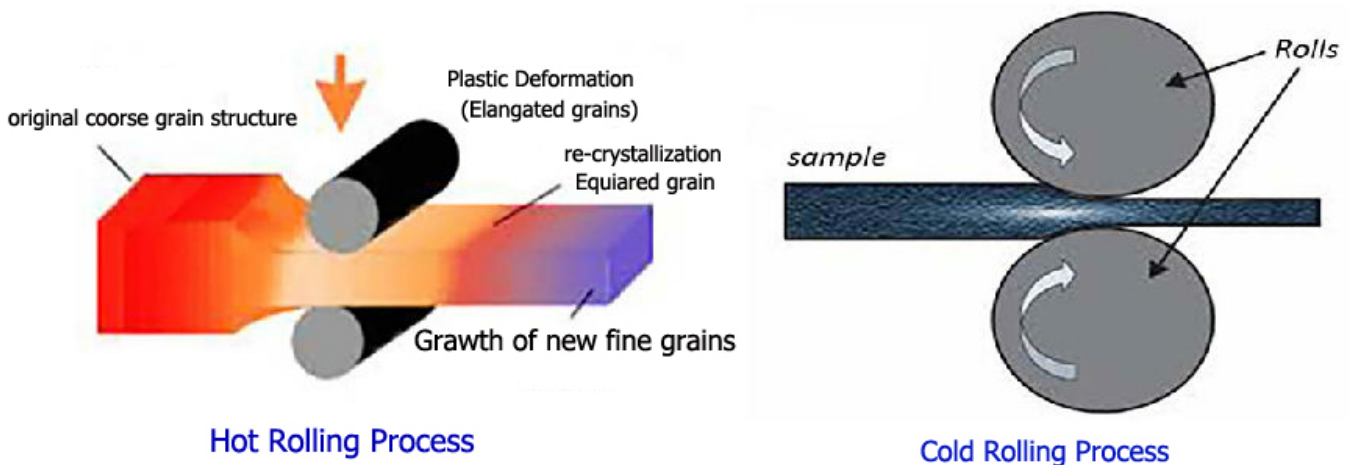
Na Resenha Técnica de Eng.de Metais Recuperação, Recristalização e Crescimento de Grãos é abordado o tema temperatura de recristalização e os fenômenos correlatos.

O material de partida dos laminadores a quente são usualmente grandes peças de metal como os lingotes ou produtos semiacabados de lingotamento contínuo como placas, blocos e tarugos.

(ii) Laminação a frio

Se a temperatura de laminação for inferior à de recristalização, o processo é denominado laminação a frio, e envolve conseqüentemente aumento da dureza do material e perda de ductilidade. Os aspectos que envolvem o aumento da resistência dos metais por trabalho a frio são abordados na Resenha Técnica de Eng. de Metais Tornando os Metais Mais Resistentes.

A laminação a frio também melhora o acabamento superficial e facultta graus de tolerâncias mais estreitos. Os produtos laminados a frio têm geralmente dimensões menores do que os laminados a quente.



Tipos processos de laminação

Há dois tipos de processos de laminação segundo a geometria dos produtos laminados – laminação de planos e de seções e perfilados.

A laminação de planos é a forma mais básica de laminação com o material de entrada e os produtos tendo uma seção retangular. Os produtos laminados planos são as tiras e folhas (*strips* ou *sheets* e *foils*), com espessura menor do que 6mm e largura superior a 600mm, usualmente produzidas sob a forma de bobinas, e as chapas (*plates*), com espessura igual ou maior do que 6mm e largura superior a 250mm.

Na laminação de seções e produtos perfilados, que se confunde com a designação laminação de produtos longos (originalmente produtos não planos), os produtos finais são barras (redondas, chatas, quadradas, sextavadas), seções estruturais (cantoneiras, canais, perfis leves e pesados), perfis especiais como trilhos, guias de elevadores, anéis e outros e arames (os denominados fio-máquina (*wire rods*)).

Os produtos laminados a frio também incluem, além das tiras e folhas, barras e arames, estes particularmente de ligas não ferrosas.