



Obs.: Não é permitido o uso de material de consulta. Responda cinco questões: 1 ou 2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8 e 9 ou 10

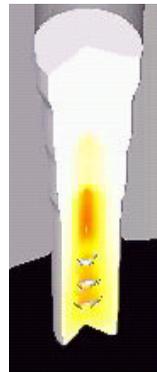
1. Classifique o processo de trefilação segundo os diversos critérios (esforço preponderante, temperatura de trabalho, produto obtido, região deformada e fluxo do material).
2. Classifique o processo de laminação de tubos sem costura segundo os diversos critérios (esforço preponderante, temperatura de trabalho, produto obtido, região deformada e fluxo do material).
3. Faça um fluxograma representando o processamento de uma chapa fina de aço a partir de um lingote obtido por lingotamento contínuo.
4. Analise por quê a laminação é o processo mais adequado para a produção de chapas de aço se for comparada com outros processos de conformação.
5. Explique o defeito "chevron" em produtos extrudados e como proceder para evitá-lo.
6. Apresente dois processos de extrusão para produção de tubos sem costura e enumere as vantagens de cada um desses processos.
7. No processo de trefilação, para se obter um produto final com boa qualidade, discuta:
 - a) as variáveis de processamento
 - b) as características que devem ser avaliadas no produto final
8. Analise por quê a trefilação é o processo mais adequado para a produção de fios de cobre se for comparada com outros processos de conformação.
9. Descreva as vantagens e desvantagens do uso de martelos e de prensas no forjamento a quente.
10. Descreva pelo menos quatro defeitos de forjamento.

Respostas

1. A trefilação caracteriza-se por ser um processo com esforços predominantes de compressão indireta, normalmente realizado a frio, fornecendo produtos acabados. A região de deformação é localizada e o fluxo de material pode ser considerado contínuo.
2. A laminação de tubos sem costura é um processo com esforços predominantes de compressão direta, normalmente realizado a quente, que fornece produtos acabados. A região de deformação é localizada e o fluxo de material pode ser considerado contínuo a partir da geração e abertura do defeito Mannesmann.
3. Um fluxograma para o processo de laminação de chapas finas de aço a partir de um lingote obtido por matéria prima conterá as seguintes etapas:
 - a. Limpeza mecânica da superfície do lingote;
 - b. Aquecimento do lingote;
 - c. Etapas de laminação a quente (*);
 - d. Limpeza por decapagem química;
 - e. Etapas de laminação a frio (*);
 - f. Etapas de recozimento (*)

(*) quantas necessárias para atingir as especificações do produto laminado

4. A laminação é o processo mais adequado para a produção de chapas de aço pois trata-se de um processo contínuo que permite a obtenção de chapas de diversas espessuras com um mesmo par de cilindros laminadores apenas variando-se a distância entre esses cilindros. Na laminação pode-se obter chapas de comprimentos limitados apenas ao espaço físico disponível para a localização dos laminadores. A facilidade de conformação de chapas na laminação também deve-se à região de deformação localizada que favorece o uso de ferramentas de dimensões reduzidas apesar das grandes dimensões, principalmente o comprimento, observadas nas chapas de aço. Outro aspecto que favorece a laminação de chapas é a possibilidade de realizar-se grandes reduções de seção com o uso de trens para laminação contínua.
5. O defeito "chevron" caracteriza-se por falhas em forma de V simétricos em relação à linha de centro de produtos extrudados, como mostrado na figura. Esse defeito é causado pela diferença de velocidades observada entre a superfície da peça e seu interior devida ao atrito existente entre peça e matriz de extrusão. Com isso, o centro da peça deforma-se mais intensamente fazendo com que defeitos como vazios, acumulem-se nessa região propagando trincas que acompanham o perfil de velocidade e gerando o defeito. Outras causas do "chevron" são o uso de materiais com defeitos internos e reduções de seção inadequadas. Porém, como a lubrificação ineficiente é apontada como a principal causa para a ocorrência do defeito, a solução para sua eliminação é o uso de uma lubrificação que seja eficiente e contínua durante o processo.



6. Tubos podem ser produzidos por extrusão inversa em que o tubo extrudado movimenta-se contra o movimento do punção. A grande vantagem desse processo de extrusão é a redução da força necessária pois não há atrito entre o tarugo e o recipiente. Outra possibilidade de processo é a extrusão direta com o uso de um mandril colocado na saída da matriz de extrusão. Esse processo tem como vantagem um melhor controle dimensional e geométrico do tubo extrudado. Nos dois processos, a desvantagem refere-se à limitação do comprimento do tubo restrito pela possibilidade de flambagem do punção, ou do mandril.

7. Produtos trefilados com boa qualidade exigem um controle adequado de variáveis de processamento como a qualidade da matéria-prima que deve apresentar-se isenta de defeitos internos e superficiais; a lubrificação que deve ser eficiente e livre de impurezas; a fieira que deve se apresentar calibrada e com bom acabamento superficial e a trefiladora deve apresentar velocidade de trefilação tanto mais constante quanto mais reduzido for o diâmetro do fio trefilado; o número de passes e a redução de seção por passe deve ser calculado de modo a evitar o acúmulo de tensões e a falha do produto trefilado. Para caracterizar o produto final deve-se avaliar a qualidade dimensional, o acabamento superficial e propriedades mecânicas relacionadas com sua ductilidade e resistência.
8. A trefilação é o processo mais adequado para a produção de fios de cobre por ser um processo contínuo que permite a obtenção de produtos com grandes comprimentos e com grande produtividade em trefiladoras com grandes velocidades de trabalho. A possibilidade de realizar-se um grande número de passes com pequenas reduções de seção por passe permite realizar-se o processo a frio e obter-se produtos com elevada qualidade superficial, o que é favorecido pela lubrificação constante e eficiente. A qualidade dimensional elevada é obtida pelo uso de fieiras de materiais de elevada resistência geométrica que também garantem a qualidade geométrica dos produtos trefilados.
9. O uso de martelos no forjamento a quente tem como vantagens o fato de usar-se equipamentos e ferramentas de custos relativamente menores do que os observados para as prensas. Os martelos também são vantajosos quando há necessidade de produzir-se peças de formas relativamente simples e em lotes pequeno, o que favorece o emprego de ferramentas de geometrias simples. As desvantagens do uso de martelos referem-se à dificuldade de forjar-se peças com geometrias complexas ou lotes grandes, devido à baixa produtividade dos martelos operados manualmente. O rebote causado pelo impacto da matriz cadente faz com que a peça forjada apresente deformações heterogêneas ao longo da profundidade forjada, o que exige um grande número de golpes para a obtenção do produto na sua forma final. As prensas apresentam como vantagens sua maior produtividade e um melhor controle da aplicação dos esforços de forjamento, o que favorece a homogeneização das deformações e a obtenção de produtos com geometrias complexas com um número reduzido de etapas de forjamento. A maior desvantagem das prensas está associada ao maior custo relativo de equipamentos e ferramentas o que pode ser compensado com a fabricação de um grande número de peças.
10. Pode-se citar os seguintes defeitos de forjamento: a necessidade de bacias de rebarba para garantia do preenchimento correto das matrizes; a presença de óxidos superficiais e a contração térmica no forjamento a quente; a possibilidade de formação de defeitos internos e superficiais pelo mau preenchimento das matrizes causado pela escolha incorreta da pré-forma ou do volume de material e, produtos com tensões residuais e diferentes propriedades mecânicas ao longo do produto forjado devidas a gradientes de temperatura e de deformações verificados ao longo do processo.

