Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

AULA
3

Calculando o comprimento de peças dobradas ou curvadas

O problema

Vamos supor que você seja dono de uma pequena empresa mecânica e alguém lhe encomende 10.000 peças de fixação, que deverão ser fabricadas por dobramento de chapas de aço. O seu provável cliente, além de querer uma amostra do produto que você fabrica, certamente também desejará saber quanto isso vai custar.

Um dos itens do orçamento que você terá de fazer corresponde ao custo da matéria-prima necessária para a fabricação das peças.

Para obter esta resposta, você terá de calcular o comprimento de cada peça antes de elas serem dobradas, já que você vai trabalhar com chapas.

Como resolverá este problema?

Nossa aula

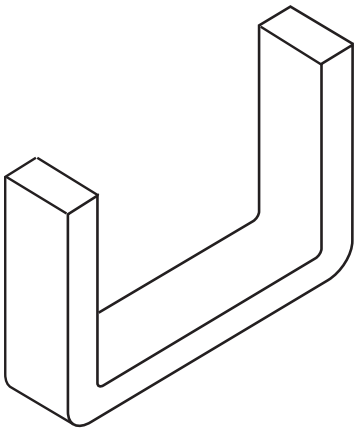
Peças dobradas

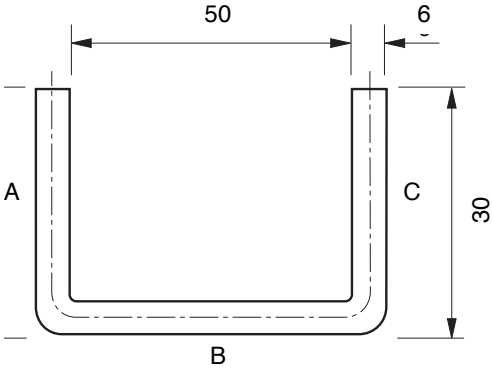
Calcular o comprimento das peças antes que sejam dobradas, não é um problema tão difícil de ser resolvido. Basta apenas empregar conhecimentos de Matemática referentes ao cálculo de perímetro.

Recordar é aprender

Perímetro é a medida do contorno de uma figura geométrica plana.

Analise o desenho abaixo e pense em um modo de resolver o problema.





P/ as outras apostilas de Cálculo Técnico, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/calculo-tecnico/

O que você viu na figura? Basicamente, são três segmentos de reta (A, B, C). A e C são iguais e correspondem à altura da peça. B, por sua vez, é a base. O que pode ser feito com eles em termos de cálculo?

Você tem duas alternativas de solução:

a) Calcular o comprimento da peça pela linha média da chapa.
b) Multiplicar a altura (30 mm) por 2 e somar com a medida interna (50 mm).

Vamos ver se isso dá certo com a alternativa **a**.

Essa alternativa considera a linha média da chapa. Você sabe por quê?

É simples: se você usar as medidas externas da peça, ela ficará maior que o necessário. Da mesma forma, se você usar as medidas internas, ela ficará menor. Assim, pela lógica, você deve usar a linha média.

Tomando-se a linha média como referência, o segmento B corresponde à medida interna mais duas vezes a metade da espessura da chapa. Então, temos:

$$50 + 2 \times 3 =$$
$$50 + 6 = 56 \text{ mm}$$

Com esse valor, você obteve o comprimento da linha média da base da peça. Agora, você tem de calcular a altura dos segmentos A e C.

Pelo desenho da figura da página anterior, você viu que a altura da peça é
30 mm. Desse valor, temos de subtrair metade da espessura da chapa, a fim de encontrar a medida que procuramos.

$$30 - 3 = 27 \text{ mm}$$

Com isso, obtemos as três medidas: A = 27 mm, B = 56 mm e C = 27 mm. O comprimento é obtido pela soma das três medidas.

$$27 + 56 + 27 = 110 \text{ mm}$$

Portanto, a chapa de que você necessita deve ter 110 mm de comprimento.

Tente você também

Agora vamos treinar um pouco esse tipo de cálculo.

Exercício 1

A alternativa **b** é um método prático. Calcule o comprimento do material necessário para a peça que mostramos em nossa explicação, usando essa alternativa. Você deverá obter o mesmo resultado.

Solução: 30 x 2 + 50 = ...+ 50 =

Peças curvadas circulares

Vamos supor agora que, em vez de peças dobradas, a sua encomenda seja para a produção de anéis de aço.

Mais uma vez, você terá de utilizar o perímetro. É preciso considerar, também, a maneira como os materiais se comportam ao sofrer deformações.

Os anéis que você tem de fabricar serão curvados a partir de perfis planos. Por isso, não é possível calcular a quantidade de material necessário nem pelo diâmetro interno nem pelo diâmetro externo do anel. Você sabe por quê?

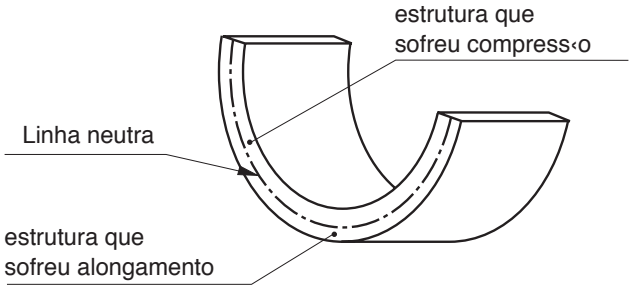
Se você pudesse pôr um pedaço de aço no microscópio, veria que ele é formado de cristais arrumados de forma geométrica.

Quando esse tipo de material sofre qualquer deformação, como, por exemplo, quando são curvados, esses cristais mudam de forma, alongando-se ou comprimindo-se. É mais ou menos o que acontece com a palma de sua mão se você abri-la ou fechá-la. A pele se esticará ou se contrairá, dependendo do movimento que você fizer.

No caso de anéis, por causa dessa deformação, o diâmetro interno não pode ser usado como referência para o cálculo, porque a peça ficará ***menor*** do que o tamanho especificado.

Pelo mesmo motivo, o diâmetro externo também não poderá ser usado, uma vez que a peça ficará ***maior*** do que o especificado.

O que se usa, para fins de cálculo, é o que chamamos de ***linha neutra***, que não sofre deformação quando a peça é curvada. A figura a seguir dá a idéia do que é essa linha neutra.



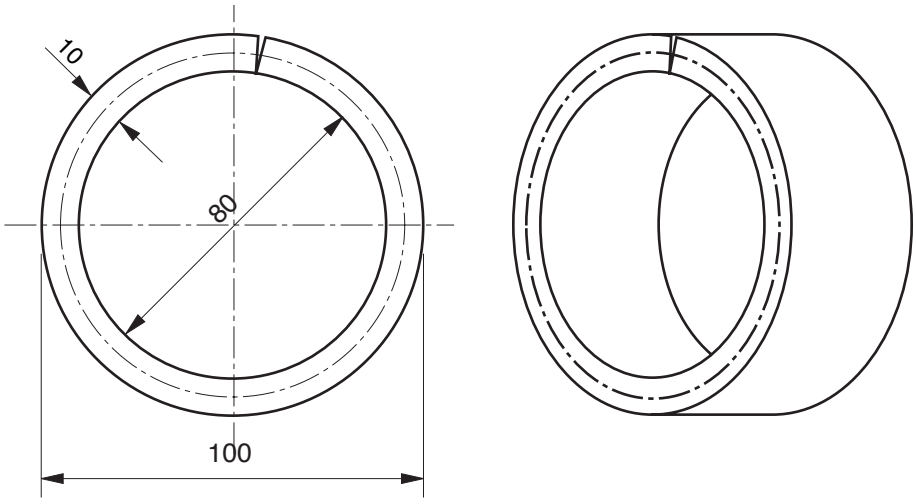
Mas como se determina a posição da linha neutra? É, parece que teremos mais um pequeno problema aqui.

Em grandes empresas, essa linha é determinada por meio do que chamamos, em Mecânica, de um ***ensaio***, isto é, um estudo do comportamento do material, realizado com o auxílio de equipamentos apropriados.

No entanto, "sua" empresa é muito pequena e não possui esse tipo de equipamento. O que você poderá fazer para encontrar a linha neutra do material e realizar a tarefa?

A solução é fazer um cálculo aproximado pelo diâmetro médio do anel. Para achar essa média, você precisa apenas somar os valores do diâmetro externo e do diâmetro interno do anel e dividir o resultado por 2. Vamos tentar?

Suponha que o desenho que você recebeu seja o seguinte.



Com as medidas do diâmetro interno e do diâmetro externo do desenho, você faz a soma:

$$100 + 80 = 180 \text{ mm}$$

O resultado obtido, você divide por 2:

$$180 \div 2 = 90 \text{ mm}$$

O diâmetro médio é, portanto, de 90 mm.

Esse valor (90 mm) corresponde aproximadamente ao diâmetro da circunferência formada pela linha neutra, do qual você precisa para calcular a matéria-prima necessária. Como o comprimento do material para a fabricação do anel corresponde mais ou menos ao perímetro da circunferência formada pela linha média, o que você tem de fazer agora é achar o valor desse perímetro.

Recordar é aprender

A fórmula para calcular o perímetro da circunferência é **P = D . π**, em que **D** é o diâmetro da circunferência e π é a constante igual a 3,14.

$$P = 90 \times 3{,}14$$
$$P = 282{,}6 \text{ mm}$$

Como você pôde observar no desenho, para a realização do trabalho, terá de usar uma chapa com 10 mm de espessura. Por causa da deformação que ocorrerá no material quando ele for curvado, muito provavelmente haverá necessidade de correção na medida obtida (282,6 mm).

Nesses casos, a tendência é que o anel fique ***maior*** que o especificado. Em uma empresa pequena, o procedimento é fazer amostras com a medida obtida, analisar o resultado e fazer as correções necessárias.

Dica tecnológica

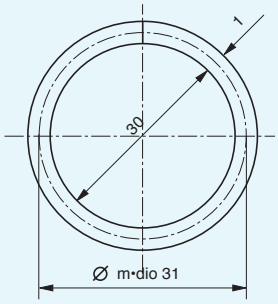
Quando se trabalha com uma chapa de até 1 mm de espessura, não há necessidade de correção nessa medida, porque, neste caso, a linha neutra do material está bem próxima do diâmetro médio do anel.

Tente você também

Vamos a mais um exercício para reforçar o que foi explicado

Exercício 2

Calcule o comprimento do material necessário para construir o anel correspondente ao seguinte desenho:



Solução: P=Diâmetro médio · p

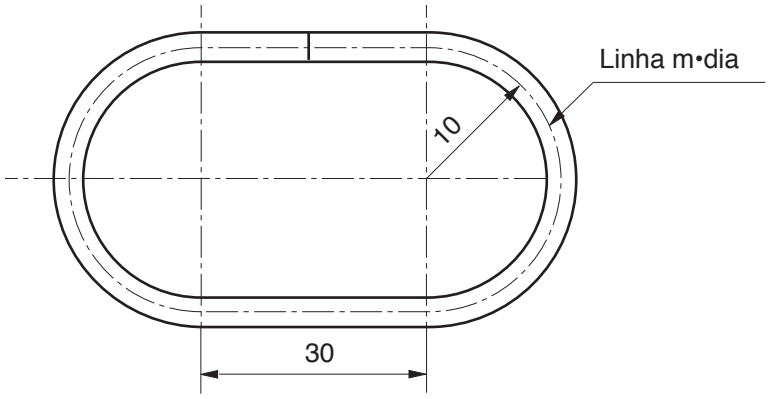
Diâmetro médio = 31

π = 3,14

P =

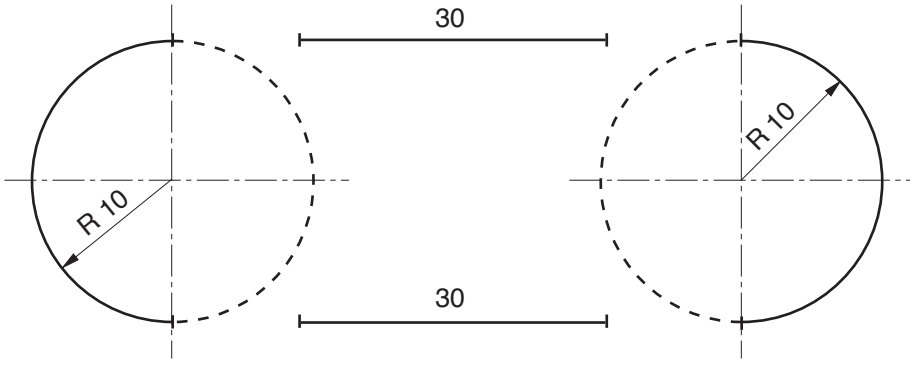
Peças curvadas semicirculares

Você deve estar se perguntando o que deve fazer se as peças não apresentarem a circunferência completa. Por exemplo, como seria o cálculo para descobrir o comprimento do material para a peça que está no desenho a seguir?



O primeiro passo é analisar o desenho e descobrir quais os elementos geométricos contidos na figura. Você deve ver nela duas semicircunferências e dois segmentos de reta.

Mas, se você está tendo dificuldade para "enxergar" esses elementos, vamos mostrá-los com o auxílio de linhas pontilhadas na figura abaixo.



Com as linhas pontilhadas dessa nova figura, formam-se duas circunferências absolutamente iguais. Isso significa que você pode fazer seus cálculos baseado apenas nas medidas de uma dessas circunferências.

Como você tem a medida do raio dessa circunferência, basta calcular o seu perímetro e somar com o valor dos dois segmentos de reta.

Recordar é aprender

Como estamos trabalhando com a medida do raio, lembre-se de que, para o cálculo do perímetro, você terá de usar a fórmula **$P = 2 \pi R$**.

Vamos ao cálculo:

$P = 2 \pi R$

Substituindo os valores:

$P = 2 \times 3{,}14 \times 10$

$P = 6{,}28 \times 10$

$P = 62{,}8$ mm

Por enquanto, temos apenas o valor das duas semicircunferências. Precisamos adicionar o valor dos dois segmentos de reta.

$$62{,}8 + 30 + 30 = 122{,}8 \text{ mm}$$

Portanto, o comprimento do material necessário para a fabricação desse elo de corrente é aproximadamente 122,8 mm.

Tente você também

Releia essa parte da lição e faça o exercício a seguir.

Exercício 3

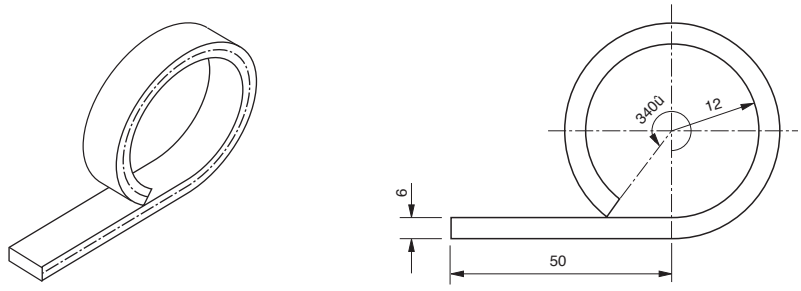
Calcule o comprimento do material necessário para confeccionar a peça de fixação em forma de "U", cujo desenho é mostrado a seguir.

Solução:
Linha média: 6 ÷ 2 =
Raio: 10 + 3 =

Perímetro da semicircunferência: $\frac{2\pi R}{2} = \pi \times R = 3{,}14 \times$
P =

Comprimento: 20 + 20 + ... =

Outro exemplo.
Será que esgotamos todas as possibilidades desse tipo de cálculo? Provavelmente, não. Observe esta figura.



Nela temos um segmento de reta e uma circunferência que não está completa, ou seja, um arco. Como resolver esse problema?

Como você já sabe, a primeira coisa a fazer é analisar a figura com cuidado para verificar todas as medidas que você tem à sua disposição.

Nesse caso, você tem: a espessura do material (6 mm), o comprimento do segmento de reta (50 mm), o raio interno do arco de circunferência (12 mm) e o valor do ângulo correspondente ao arco que se quer obter (340º).

O passo seguinte é calcular o raio da linha média. Esse valor é necessário para que você calcule o perímetro da circunferência. As medidas que você vai usar para esse cálculo são: o raio (12 mm) e a metade da espessura do material (3 mm). Esses dois valores são somados e você terá:

$$12 + 3 = 15 \text{ mm}$$

Então, você calcula o perímetro da circunferência, aplicando a fórmula que já foi vista nesta aula.

$$P = 2 \times 3{,}14 \times 15 = 94{,}20 \text{ mm}$$

Como você tem um arco e não toda a circunferência, o próximo passo é calcular quantos milímetros do arco correspondem a 1 grau da circunferência.

Como a circunferência completa tem 360°, divide-se o valor do perímetro (94,20 mm) por 360.

$$94{,}20 \div 360 = 0{,}26166 \text{ mm}$$

Agora você tem de calcular a medida em milímetros do arco de 340º. Para chegar a esse resultado, multiplica-se 0,26166 mm, que é o valor correspondente para cada grau do arco, por 340, que é o ângulo correspondente ao arco.

$$0{,}26166 \times 340 = 88{,}96 \text{ mm}$$

Por último, você adiciona o valor do segmento de reta (50 mm) ao valor do arco (88,96 mm).

$$50 + 88{,}96 = 138{,}96 \text{ mm.}$$

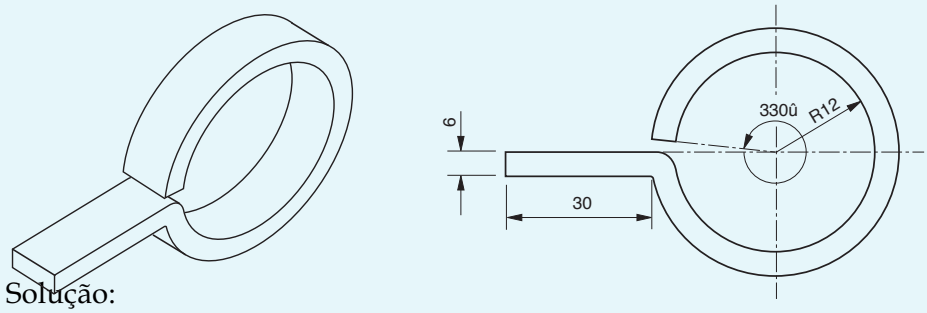
Portanto, o comprimento aproximado do material para esse tipo de peça é de 138,96 mm.

Tente você também

As coisas parecem mais fáceis quando a gente as faz. Faça o exercício a seguir e veja como é fácil.

Exercício 4

Calcule o comprimento do material necessário à fabricação da seguinte pe



Solução:
Linha média: 6 ¸
Raio: 12 + ... =
Perímetro =
..... ¸ 360º =
..... ´÷ ..... =
..... + ... +..... =

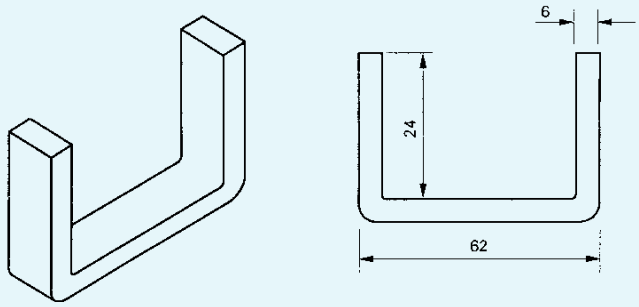
Teste o que você aprendeu

Se você estudou a lição com cuidado e fez os exercícios com atenção, não vai ter dificuldade para resolver o desafio que preparamos para você.

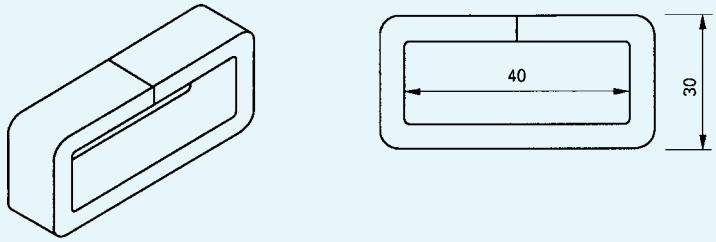
Exercício 5

Calcule o material necessário para a fabricação das seguintes peças dobradas.

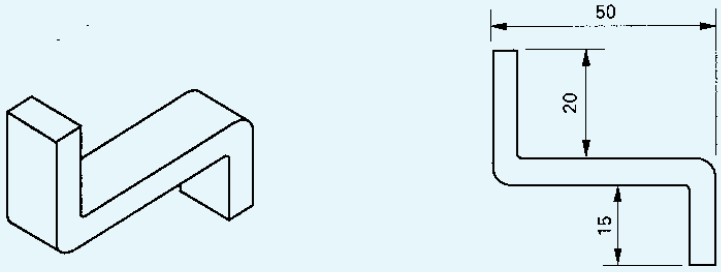
a)



b)



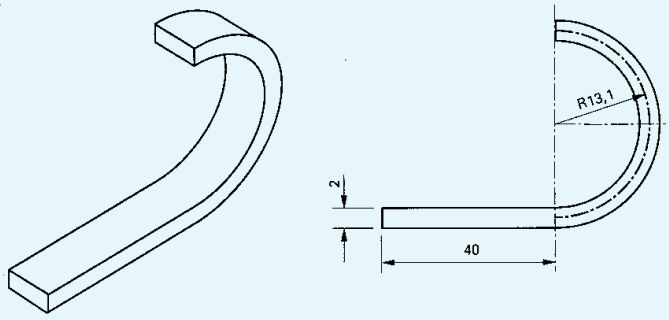
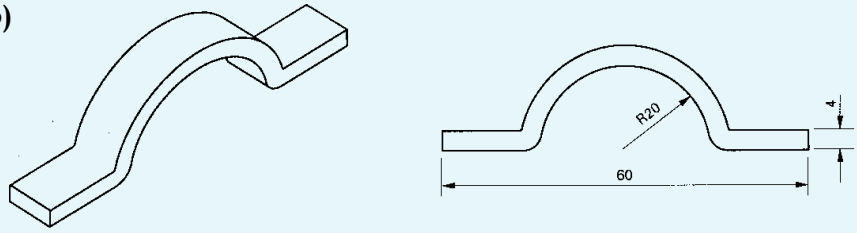
c)



Exercício 6

Calcule o comprimento do material necessário para fabricar as seguintes peças.

a)



b)