

Deformações e Distorções – Incansável discussão...

Com certa frequência recebemos solicitações de clientes do tipo:

“A peça não pode empenar!”;

“A peça poderia deformar, mas só um pouquinho!”;

“Por favor, tome cuidado! “Trate” com carinho para não deformar!”;

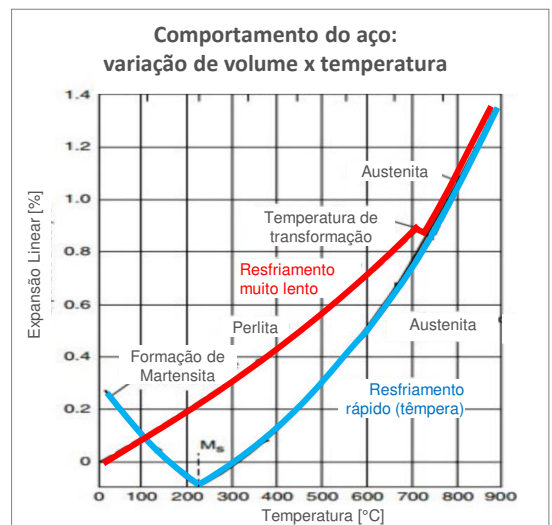
“A peça já está acabada, cuidado para não deformar!”;

“A deformação na têmpera à vácuo é mínima, ok? Posso então enviar uma peça acabada?”

Primeiramente é importante saber que o **Ferro** - para a sorte da civilização - é um cristal imperfeito com defeitos que se tornam virtudes devido à sua capacidade de sofrer alterações volumétricas na estrutura cristalina (alotropia) no estado sólido quando alcançadas determinadas temperaturas.

Sendo prático, é exatamente a capacidade de sofrer alterações volumétricas na estrutura cristalina que o permite alcançar durezas maiores quando aquecido e resfriado rapidamente (têmpera), portanto o aço experimenta durante o:

- **Aquecimento:** expansão até $\sim 700^{\circ}\text{C}$, quando inicia leve contração até $\sim 750^{\circ}\text{C}$, seguida de nova expansão;
- **Resfriamento lento:** percorre o caminho inverso do aquecimento, ou seja, de modo geral contração, voltando ao ponto de origem;
- **Resfriamento rápido (têmpera):** forte contração até $\sim 210^{\circ}\text{C}$, seguida de expansão até que alcance a temperatura ambiente, normalmente crescendo um pouco em relação ao ponto de partida.



Por convenção, temos que:

- **Deformação:** é **evitável** e normalmente relacionada à geometria da peça, variação de forma, volume, condição de montagem da peça na carga do forno, severidade do resfriamento (água, polímero, óleo, pressão de gás), etc.
- **Distorção:** é **inevitável** e normalmente relacionada à alteração de volume da estrutura cristalina (Cúbico de Face Centrada – Austenita) para TCC (Tetragonal de Corpo Centrada – Martensita), podendo ter uma expansão na ordem de 4%.

Variações dimensionais podem estar ligados à diversos outros fatores, como:

- Homogeneidade da microestrutura do aço no estado recozido
- Orientação dos grãos
- Tensões inseridas durante a usinagem
- Parâmetros de processo utilizados na têmpera; etc

Quando se constata que uma peça não sofreu deformações e/ou distorções após a têmpera, confirma-se que a somatória de tensões foi igual a “zero”. Uma segunda peça exatamente igual e com têmpera nas mesmas condições, pode não responder da mesma forma e apresentar significativa alteração dimensional.

Regras de Ouro da Deformação/Distorção:

- Seções grossas tendem a “inchar”. Por exemplo, um cubo se tornar uma “esfera”;
- Áreas de “grandes vales” (canais) tendem a abrir (alargar);
- Furos tendem a “fechar”;
- Mudanças de áreas “grandes” para “pequenas” introduzem maior nível de tensões, logo, maior distorção;
- Seções finas junto de seções grandes podem não suportar as tensões desenvolvidas ao final do resfriamento e desenvolver elevadas distorções, ou mesmo nuclear trincas.

Breves recomendações para mitigar o risco de deformações e distorções:

- **Sempre prever sobremetal.** Alguns fabricantes de aços, para peças comuns, recomendam um sobremetal **mínimo de 0,30% para cada medida**. Se a peça possuir geometria complexa (grandes diferenças de massas, peças finas e cumpridas, etc) este percentual deve ser aumentado consideravelmente;
- **Cantos-vivos, nunca!** Sejam eles internos ou externos;
- Utilizar **sempre o maior raio possível** (preferencialmente superior a 5,0 mm) nas transições de massas;
- Evitar paredes finas entre furos, furos e superfícies e/ou furos e transições de massas;
- Antes de executar projetos complexos, discuta com o responsável técnico pela têmpera;
- Realizar alívio de tensões antes da têmpera.

O construtor da peça/ferramenta é um dos principais responsáveis pelo melhor resultado final na operação de têmpera. Deformações e distorções são um assunto muito sério e nunca devem ser subestimados!