



| | |
|-------------------------------------|--|
| O Empenamento no tratamento térmico |  |
| Informativo Técnico 04 | Revisão 00 – 21/10/2006 – Pg. 1/2 |

J.C.Vendramim, Eng.MSc.
Sócio Gerente da Isoflama Indústria e Comércio de Equipamentos Ltda.
Jan Vataavuk, Eng.Prof.DSc
Universidade Mackenzie e TMS – Tecnologia de Materiais e de Superfícies

A indústria metal mecânica prescinde de peças e ferramentas, construídas com algum tipo de liga ferrosa, e precisa, em dado estágio da fabricação, se submeter ao processo de tratamento térmico para modificar propriedades mecânicas, tribológicas, e, conseqüentemente, maximizar o desempenho destas. Nesse contexto tem início os problemas, pois todo projetista de peças e, ou ferramentas, desejaria finalizar estes componentes – *usinando para as dimensões finais* – e realizar o tratamento térmico sem a ocorrência de “*empenamento*”, ou distorção em relação à forma final. A dificuldade em se conseguir esta rota ideal de fabricação esta atrelada aos seguintes fatos, e muito brevemente, expostos a seguir.

Um dos efeitos do processo de aquecimento, manutenção a uma dada temperatura e resfriamento – *rápido, ou não* – é modificar a dureza da liga ferrosa que pode tanto ser no sentido de elevação quanto de redução deste parâmetro. No processo de tratamento térmico conhecido como “*têmpera*” (resfriamento rápido) a dureza sofre incremento substancial dependendo do teor em carbono da liga ferrosa. O efeito em termos de dureza é resultado da reação martensítica da liga ferrosa que na *têmpera* mostra uma expansão da ordem de 4% em volume em relação a austenita, fase a partir da qual se forma durante o resfriamento. Vale lembrar que no processo de aquecimento a austenitização por si só corresponde a uma contração volumétrica da ordem de 2 a 3 % em relação a estrutura original recozida (*ferrita e carbonetos*), devendo portanto o aquecimento também ser considerado no “*ciclo térmico*” empregado. A martensita é extremamente frágil, não tendo sentido prático, exigindo o tratamento térmico adicional denominado “*revenimento*”. O resultado final do tratamento térmico com microestrutura de martensita revenida compreende uma alteração volumétrica que pode ter grandes efeitos nas principais dimensões das peças, ou ferramentas, em função de cada tipo de liga ferrosa. Enfim, o “*assustador empenamento*” se apresenta, indubitavelmente, como elemento de mais uma preocupação.

O operador de tratamento térmico, vez ou outra, recebe apelos dos interessados em produzir resultado de tratamento térmico “*sem empenamento*” para as peças e, geralmente, são do tipo: “*a peça não pode deformar*”; “*não existe sobremetal*”; “*pode deformar só um pouquinho*”; “*toma cuidado, tratar com carinho a minha peça para não deformar*” (sic); e por aí afora. Nas situações em que o projeto da peça não contempla um sobremetal e, como sugere o ditado popular recomenda-se “*ajoelhar e rezar*” e esperar por um milagre, ou seja que não ocorra a deformação. Pode acontecer de o tratamento térmico ser realizado e a peça não

| | |
|-------------------------------------|--|
| O Empenamento no tratamento térmico |  |
| Informativo Técnico 04 | Revisão 00 – 21/10/2006 – Pg. 2/2 |

apresentar deformação. Quando esse evento acontece todos os envolvidos nesta cadeia produtiva se sentem aliviados. Garantir a repetibilidade desse evento é difícil, pois conforme a teoria das probabilidades, a operação tratamento térmico é um evento “independente” e, vale lembrar, sempre uma “operação de risco”. Nasquelas situações em que as dimensões praticamente não sofreram alterações isto apenas significaria que a somatória de várias tensões presentes na peça, como – *matéria-prima; tensões de usinagem; tensões térmicas de aquecimento e resfriamento e transformação microestrutural* - mostrou vetor resultante (deformação) “zero”. O tratamento térmico seguinte dessas peças na mesma liga ferrosa e de processo com os mesmos parâmetros de aquecimento, manutenção e resfriamento utilizados, pode apresentar um resultado final, em termos de variação dimensional, oposto ao obtido no tratamento anterior. Isso causa decepção e nada poderia se afirmar que o tratamento não foi corretamente conduzido. Entretanto, geralmente, é essa imagem que acaba passando para o usuário, ou fabricante da peça.

O “*empenamento*” de peças no tratamento térmico, para muitas situações, pode ser reduzido a valores compatíveis com o projeto, ou com o sobremetal mínimo previsto. O tratamento térmico deve ser conduzido conforme parâmetros adequados para cada tipo de liga ferrosa e, em alguns casos, utilizar dispositivos para “*condicionar*” o empenamento. Ainda assim, a peça, ou ferramenta, precisa sempre apresentar sobremetal e, dependendo das condições de usinagem – parâmetros utilizados; quantidade de metal arrancado, etc...- um tratamento térmico de alívio de tensões poderia ser executado antes da têmpera. Nesses casos, é recomendável que o Alívio de Tensão seja realizado e conduzido em fornos com atmosfera protetora, pois se este causar empobrecimento de carbono, ou descarbonetação, se formará uma nova fonte de risco para a deformação e até para a nucleção de trincas.

Reconhecendo que o assunto “*empenamento*” é muito sério para ser subestimado, e que não seria possível discuti-lo em tão breve texto, a redução do nível de empenamento é uma tarefa que envolve o projetista, o operador de tornos e o “tratador” térmico. No tocante ao tratamento térmico, e escapando da definição da norma NBR 8653, este poderia ser definido como um “*tripé*”, sendo um dos pés a **metalurgia** (conhecimento), **tecnologia** (aquecimento, resfriamento e monitoramento de processo) e, finalmente, o terceiro pé que é a **arte** (bom senso – projeto da peça, ou ferramenta; dispositivos; montagem de carga; experiência; etc...). **Portanto, reunindo esses três pés da composição do tratamento térmico é que se estaria corroborando para afastar o “assustado” e nefasto efeito Empenamento.**