

O Tratamento Térmico na Siderurgia



ANTONIO AUGUSTO GORNI

agorni@iron.com.br
www.gorni.eng.br

Engenheiro de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1981); Mestre em Engenharia Metalúrgica pela Escola Politécnica da USP (1990); Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2001); Especialista em Laminação a Quente. Autor de mais de 200 trabalhos técnicos nas áreas de laminação a quente, desenvolvimento de produtos planos de aço, simulação matemática, tratamento térmico e aciaria.

O tratamento térmico é considerado pela grande siderurgia como sendo um mal necessário, pois implica em altos investimentos em equipamentos e custos adicionais na manufatura dos produtos. Mas, muito embora ele já tenha sido substituído por outras rotas de fabricação em vários casos, em outros ele se tornou essencial, como será visto a seguir.

Uma parte significativa dos produtos siderúrgicos planos passa por tratamento térmico na própria usina. Já no caso dos produtos longos (ou não-planos) é mais comum que eles sejam tratados termicamente pelos clientes que processam esse material nas suas operações de manufatura.

O tratamento térmico já foi mais importante na produção de produtos planos laminados a quente. No passado, apesar do processamento desses aços ocorrer no estado austenítico, por falta de tecnologia de instrumentação e conhecimento metalúrgico era mais comum que a laminação ocorresse sem um controle preciso de temperatura, mantendo-se o foco em máxima produtividade e ausência de defeitos. O eventual uso de resfriamento forçado com água no final da laminação tinha como objetivo principal a aceleração do processo, e não o beneficiamento do produto. Caso houvesse necessidade de atender faixas específicas de propriedades mecânicas, as chapas eram submetidas a tratamentos térmicos de normalização, têmpera, ou têmpera e revenido, conforme o caso. A crise energética dos anos 1970 e a superprodução siderúrgica mundial forçaram a otimização desses processos para reduzir seus custos e aumentar a competitividade das usinas. Laminadores mais potentes, com instrumentação avançada e recursos de automação, dotados de sofisticados sistemas de resfriamento acelerado com água ao final do processo, permitem agora que boa

parte dos produtos laminados a quente já saia pronta para uso ao final desse processo, sem a necessidade de tratamento térmico posterior. Portanto, os tratamentos termomecânicos, como normalização em linha e têmpera direta, tornaram-se comuns. O revenido ou envelhecimento ainda tem de ser aplicado em fornos off-line, mas muitas vezes a concepção da liga e do processo permite a aplicação de auto-revenido imediatamente após a laminação a quente, dispensando a etapa adicional em forno. Portanto, somente em alguns poucos casos mais sofisticados continuou havendo a exigência de tratamento térmico posterior das chapas grossas, usando fornos contínuos com atmosfera controlada e dotados de máquinas de têmpera com jatos de água. Contudo, neste caso o custo – e, obviamente, o preço – do produto aumenta significativamente, além de sua produção ser restrita em função da capacidade dos fornos.

No caso dos laminados planos a frio não há como evitar o tratamento térmico posterior de recozimento, já que o material torna-se extremamente duro e frágil após ter sua espessura fortemente reduzida sob temperaturas próximas da ambiente, o que o torna inadequado para as operações de conformação mecânica nos clientes. Contudo, o avanço verificado na tecnologia da laminação de tiras a quente logrou reduzir a espessura de seus produtos de 2 mm para 1 mm de espessura, permitindo seu avanço sobre parte do mercado que, anteriormente, era exclusivamente atendido pela laminação a frio. É claro que os produtos planos laminados a quente apresentam qualidade superficial pior, em função da maior rugosidade superficial dos cilindros de trabalho e da formação de carepa durante o processo, além de menor precisão dimensional. Contudo, a supressão da laminação a frio e posterior recozimento reduz consideravelmente o preço do produto, e muitos clientes já se satisfazem com a qualidade das

tiras a quente extrafinas e pagam um preço menor por elas.

Contudo, produtos mais finos e/ou com características de estampabilidade mais complexas continuam sendo laminados a frio e, posteriormente, recozidos de forma a apresentar propriedades adequadas a seus clientes. O processo mais antigo de recozimento, em caixa ou campânula com atmosfera protetiva, processa lotes de bobinas a frio. Ele ainda é muito usado, mas apresenta baixa produtividade, já que os filmes de ar entre as espiras das bobinas retarda consideravelmente a transferência de calor entre elas, fazendo com que esse processo dure dias para ser completado. Nas últimas décadas surgiu o processo de recozimento contínuo, que é bem mais rápido. Neste caso, a bobina a frio é continuamente desbobinada e a tira, deslocando-se sob velocidade constante, é processada num forno sob atmosfera controlada. Neste caso, uma vez que a fina tira é exposta diretamente à fonte de calor, o processo de recozimento torna-se muito mais rápido. O grande inconveniente deste método é o custo extremamente elevado da instalação, que requer grande investimento de capital e, portanto, impõe a existência de alta demanda por esses produtos. Mas o gasto vale a pena: este tipo de forno também permite a austenitização do produto seguida da

aplicação de sequências de resfriamento ou mesmo têmpera complexas, viabilizando a fabricação dos modernos aços AHSS (Advanced High Strength Steel), que apresentam microestruturas peculiares que permitem conciliar ao máximo duas características contraditórias dos materiais: resistência mecânica e conformabilidade a frio. Os aços elétricos, usados na manufatura de núcleos de transformadores e armaduras para motores elétricos, também requerem condições específicas de recozimento, inclusive ainda na forma de bobinas a quente.

Também na laminação de produtos longos a aplicação de tratamentos termomecânicos é bem mais comum do que os tratamentos térmicos, como o uso de resfriamento acelerado para têmpera superficial ao final do processo no caso da laminação a quente de vergalhões para construção civil, ou para refino do tamanho de grão no caso de fios e perfis. Contudo, em alguns casos, são aplicados tratamentos posteriores de normalização, e mesmo esferoidização, como no caso de fio-máquina a ser submetido a operações de forjamento a frio. 🇨🇭

TRANSFORME O FUTURO

Equipamentos para Processos Térmicos
de alta eficiência energética
alinhados à Indústria 4.0.

Fornos e estufas equipados com as melhores
plataformas de automação e controle.

Conformidade API 6A, CQI-9, AMS2750E

JUNG

TECNOLOGIA PARA PROCESSOS TÉRMICOS

+55 47 3327 0000

WWW.JUNG.COM.BR

Rua Bahia, 3465 - Salto - 89031-002
Blumenau | Santa Catarina | Brasil

806 Verona Street, Suite 01 - 347241
Kissimmee | Florida | USA