

Manganês, Vítima de seu Próprio Sucesso



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 uso de manganês como elemento de liga no aço já se consagrou há muitas décadas. Nos aços estruturais ele contribui para o aumento da resistência mecânica através do refino de grão decorrente da redução da temperatura de transformação da austenita para ferrita, bem como do aumento da fração de perlita na microestrutura. Além disso, esse elemento elimina a fragilidade a quente ao se combinar com o enxofre, evitando a formação do sulfeto de ferro que se liquefaz nas temperaturas usuais da conformação a quente. Sua contribuição ao aumento da temperabilidade é discreta, mas seu baixo preço permite que seja usado em teores relativamente elevados, aumentando essa característica mediante custos moderados. Por fim, o manganês é um elemento de liga fundamental na produção dos aços Hadfield, material indicado para aplicações onde se requer alta resistência ao desgaste, onde o teor desse elemento é da ordem de 10%.

Mas, como tudo no mundo, o uso do manganês implica em alguns problemas que, já no passado, motivaram o desenvolvimento de estudos visando a minimização de seu teor. Em aciarias a oxigênio mais antigas, que não dispõem de forno-panela ou degaseificação a vácuo, a redução do teor de manganês diminui a carga fria a ser incorporada ao aço líquido, permitindo a redução da temperatura de fim de sopro, além de reduzir a contaminação da corrida por fósforo e viabilizar o uso de ferro-manganês com maior teor de carbono, que é mais econômico. Em aços destinados à fabricação de tubos de grande diâmetro para condução de fluidos petrolíferos e que devam ser resistentes à ação do ácido sulfídrico, a redução do teor de manganês reduz a intensidade da sua segregação no

centro da chapa e aumenta a solubilidade do enxofre, minimizando ou mesmo suprimindo o aparecimento de inclusões de sulfeto na microestrutura, melhorando significativamente o desempenho desse produto contra a fragilização induzida por hidrogênio. E, em todos os casos, há redução no custo do produto decorrente da menor quantidade de ferro-manganês utilizada.

Mesmo com todas essas restrições, na prática o emprego de manganês vem aumentando ao longo do tempo. Países em desenvolvimento, como a China e Índia, estão produzindo quantidades cada vez maiores de aços estruturais para uso em obras de infraestrutura, cujo teor médio de manganês é mais alto do que o dos aços voltados para bens de consumo, resultando em maior demanda para esse elemento de liga.


Recentemente, com o desenvolvimento dos aços AHSS (Advanced High Strength Steels, ou aços avançados com alta resistência mecânica), voltados para a indústria automobilística, o manganês assumiu importância ainda maior como elemento de liga. O exemplo de maior destaque são os chamados aços TWIP (Twinning Induced Plasticity, ou aços com plasticidade induzida por maclação), os quais usam teores excepcionalmente altos desse elemento, da ordem de 20 a 22%, levando à obtenção de microestrutura austenítica sob temperatura ambiente que apresenta excepcionais combinações de resistência mecânica e ductilidade. Na esteira desse desenvolvimento também surgiram outros aços para uso estrutural com teores médios e altos de manganês, todos usando um teor mínimo desse elemento da ordem de 4% em peso.

Essa nova conjuntura abre a possibilidade de um aumento significativo no consumo de

manganês, o que implica num risco potencial de elevação em seu preço e menor disponibilidade no futuro. Isso vem colocando as possibilidades de sua substituição por outros elementos de liga no radar das siderúrgicas. Mas até que ponto isso já estaria ocorrendo?

Uma análise da evolução dos preços de ferro-manganês ao longo dos últimos anos revela que o preço do ferro-manganês na Europa dobrou de preço entre 2000 e 2007, momento em que triplicou repentinamente em função daquele momento de exuberância irracional da siderurgia. Após o crack de 2008 seu preço desabou, atingindo níveis apenas 50% superiores aos reinantes imediatamente antes do pico excepcional de 2007. Ocorreu então uma queda paulatina de sua cotação até 2017, quando seu preço atingiu cerca de 80% dos níveis de 2007, a qual se interrompeu então por uma súbita elevação em mais de 50%. Como se pode observar, ainda não é possível afirmar que ocorreram aumentos disruptivos e permanentes no preço dessa ferro-liga. O fato que é que aços TWIP ainda são mais festejados na academia do que no chão de fábrica, pois sua ampla produção e utilização industrial ainda requer muitos estudos e

experiências para que suas vantagens sejam plenamente aproveitadas. Isso pode explicar a relativa inapetência no consumo e cotações do ferro-manganês que se verifica até o momento.

Por outro lado, já há relatos de experiências onde foi feita a substituição parcial desse elemento pelo nióbio em aços estruturais laminados a quente para aplicações menos sofisticadas onde não se requer garantia de altos níveis de tenacidade. Neste caso pode-se eventualmente dispensar a aplicação de tratamentos termomecânicos para intensificação do refino microestrutural, o que facilita o processamento do material. Os relatos sobre testes preliminares feitos por siderúrgicas chinesas indicaram que essa abordagem foi bem-sucedida. Contudo, sua sustentabilidade vai depender do grau de eficiência do nióbio como substituto do manganês e das relações entre os preços das correspondentes ferro-ligas. 

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