

ÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA E BAIXA LIGA – PARTE I – FUNDAMENTOS

Metalurgista Industrial

junho 2019

www.metalurgistaindustrial.com.br

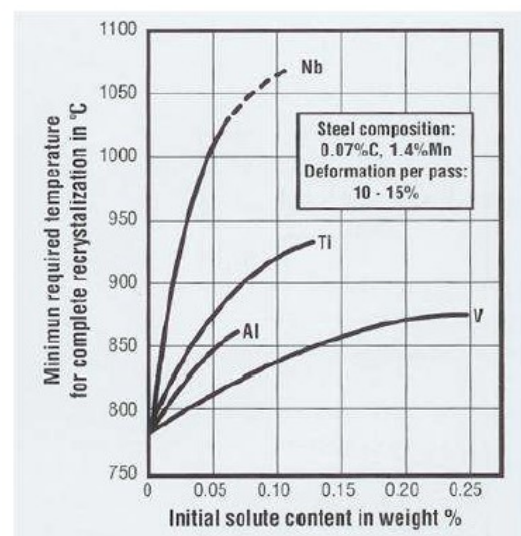
Os denominados aços de alta resistência e baixa liga – ARBL (High Resistance Low – Alloy Steels - HSLA) ou microligados consistem em uma das mais inovadoras ligas metálicas. O advento desses tipos de aço deu-se por pressões para redução dos pesos de materiais estruturais e que concomitantemente propiciassem mais elevadas resistências mecânicas. Essa combinação de menos peso e mais resistência na condição de laminado a quente ou normalizada foi obtida pela adição de pequenas quantidades de elementos de liga. Os aços ARBL são então designados para prover melhores propriedades mecânicas e/ou resistência à corrosão atmosférica do que os aços-carbono convencionais.

Os aços ARBL têm tensões de escoamento não inferiores a 275Mpa, podendo alcançar valores superiores a 600Mpa. Esses aços mantêm um teor de carbono entre 0,05% a 0,25% em peso. Outros elementos de liga incluem até 2% em peso de manganês e pequenas quantidades de outros elementos tais como cromo, níquel, molibdênio, cobre, nitrogênio, titânio, vanádio, nióbio e zircônio em várias combinações com o intuito de aumento da resistência. Essas adições objetivam refino de grãos, aumento de resistência por precipitação de segundas fases, melhoria na resistência à corrosão e aumento da resistência por solução sólida. A tendência de desenvolvimento desses aços foi a de cada vez maior redução dos teores de carbono para preservação da conformabilidade e aprimoramento da soldabilidade e da tenacidade. Os aços ARBL usualmente demandam de 25 a 30% mais potência para serem conformados comparativamente aos aços-carbono.

O efeito vanádio e nióbio

Investigações conduzidas nos anos 60 resultaram na descoberta que pequenas adições de nióbio e vanádio (menos do que 0,10% em peso cada) aumentavam a resistência dos aços-carbono-manganês. Esse aumento de resistência resulta dos efeitos combinados de pequenos tamanhos de grãos desenvolvidos durante laminação a quente controlada e do aumento de resistência por precipitação devido à presença de vanádio e nióbio.

A figura a seguir indica a elevação das temperaturas de recristalização versus teores de alguns elementos selecionados. O tamanho dos grãos da austenita determina muitas das propriedades dos aços. O tamanho do grão da austenita, ou simplesmente o tamanho dos grãos do aço, significa o tamanho dos grãos da austenita antes de sua transformação em ferrita e carbeto ou martensita. Ou seja, é o tamanho dos grãos da austenita que existia a elevadas temperaturas antes de o aço ser resfriado e a austenita se transformar em outros componentes estruturais. Quanto mais fina a granulometria da austenita, mais fina é a granulometria da ferrita e melhores as propriedades mecânicas dos aços.



Aços microligados ao vanádio

A contribuição do vanádio ao aumento da resistência dos aços deve-se à formação de dispersão de finas partículas precipitadas de 5nm a 100nm de diâmetro de V(CN) na ferrita durante o resfriamento após laminação a quente. Esses precipitados de vanádio não são tão estáveis como os de nióbio e se encontram em solução às temperaturas usuais de laminação. São, então, muito dependentes das taxas de resfriamento para sua formação. Os precipitados de nióbio são estáveis a temperaturas elevadas, o que é benéfico para a obtenção de ferrita finamente granulada. O aumento da resistência pela adição de vanádio alcança em média entre 5 e 15Mpa por 0,01% em peso deste elemento, dependendo do teor em carbono e taxa de resfriamento (e espessura da seção laminada).

Aços microligados ao nióbio

Como o vanádio, o nióbio aumenta a resistência dos aços por precipitação de carbeto de nióbio. Entretanto, esse elemento é mais eficiente como agente de refino de grãos do que o vanádio. Ou seja, a combinação dos efeitos de aumento de resistência por precipitação com o de refino de grãos torna o nióbio um agente mais eficaz para aumento da resistência dos aços do que o vanádio. A adição usual do nióbio é de 0,02% a 0,04% em peso, aproximadamente um terço da de vanádio.

A figura a seguir ilustra o tripé em que se sustenta a produção de aços ARBL: formação de precipitados, retardação da recristalização da austenita e termoprocessamento (resfriamento controlado):

