

A Utilização de Metalografia Colorida na Identificação dos Microconstituintes de Solda em Aço Microligado

Resumo

O processo de soldagem constitui uma das maneiras mais práticas e econômicas de se unir partes de um material, contudo, esse processo pode apresentar alguns problemas que devem ser avaliados, tais como trincas, porosidades, grande alteração na ZTA (Zona Térmicamente Afetada), etc...

Na soldagem, após a fase de aquecimento o material sofre um determinado resfriamento que pode resultar em diferentes microconstituintes, tendo assim um comportamento mecânico muito das vezes não esperado.

O processo de análise metalográfica vem sendo utilizado há algum tempo pelas indústrias, já que aponta determinadas características de um metal, revelando falhas ou indicando o mesmo para certa aplicação.

No presente trabalho mostra-se o emprego da técnica de metalografia colorida, na identificação da microestrutura de solda em aço ARBL.

Palavras chaves : metalografia, microconstituintes, solda

Introdução

A estrutura de uma liga é, invariavelmente, constituída de unidades denominadas elementos estruturais ou microconstituintes. O ramo da tecnologia que estuda e interpreta essas estruturas é chamado metalografia, processo que, além das informações sobre o comportamento da estrutura íntima da liga metálica, fornece subsídios complementares, indicando a linha de direção de muitas das características importantes orientando, assim, sobre as condições de aplicação tecnológica do produto. A compreensão e interpretação da estrutura de um material exige uma gama muito grande de conhecimentos teóricos e práticos.

O estudo da estrutura interna dos metais e suas ligas é uma valiosa ferramenta, tanto para o trabalho de pesquisa como para o industrial, fazendo com que a implantação de um sistema de controle metalográfico racional e organizado, ou seja, a perfeita interação analista / metodologia analítico - estrutural, traga grandes benefícios de ordem técnica e comercial devido à sua versatilidade, rapidez e economia de execução.

O uso e a necessidade do processo de soldagem é constante, porém o mesmo traz consigo aspectos de vital importância, devido a uma pequena falha poder vir a se transformar em inconvenientes de grande vulto.

A técnica de soldagem é baseada em princípios empíricos e depende de um grande número de parâmetros; ela depende também quase que totalmente do homem, assim pode ocorrer durante a soldagem alguns problemas como: material-base inadequado; material de adição incompatível, escolha inadequada do processo de soldagem; existência de trincas a frio e a quente; porosidades; falta de penetração; controle inadequado da solda; alterações microestruturais, etc.

Estes problemas, entre outros, podem conduzir a um pensamento que a presença de um ponto soldado é sempre problemático. Porém existem soluções e medidas que, corretamente identificadas e adotadas garantem as condições requeridas para o bom funcionamento da construção.

Aço Microligado

Este tipo de material é caracterizado como aço de alta resistência e baixa liga, baseado na relação microestrutura e propriedades mecânicas. Sua utilização na indústria automobilística, torna-se cada vez mais vantajosa, principalmente pela redução de peso que se obtém.

Os ganhos em resistência, tenacidade e soldabilidade, tornam-se possíveis através da combinação do uso de microligantes com um tratamento termomecânico adequado. As melhorias nas propriedades mecânicas ocorrem principalmente devido ao refinamento do tamanho de grão ferrítico final, juntamente com um controlado endurecimento por precipitação. Os elementos microligantes tais como Nb e Ti, facilitam o refinamento do grão através da precipitação e do efeito de ancoramento por soluto na austenita, e contribuem para o aumento da resistência, através da precipitação na ferrita durante e após a transformação austenita-ferrita.

As composições químicas dos aços ARBL (Alta Resistência e Baixa Liga) produzidas por processos termomecânicos, são determinadas considerando-se principalmente a resistência mecânica, tenacidade e soldabilidade. Um elemento é chamado microligante, quando é capaz de exercer uma influência marcante ou específica nas propriedades e microestrutura de um aço em percentagens menores que 0,1% em peso. Os principais elementos microligantes são : Nb, Ti, V, Zr, Al e B.

O Nb e Ti têm diferentes afinidades pelo carbono e nitrogênio na austenita. Nos aços comerciais microligados, o Nb precipita-se normalmente como carbonitreto. Os nitretos de Nb raramente se formam, exceto em aços com muito baixo teor de carbono e muito alto de nitrogênio.

Por outro lado, nos aços ao Ti, precipitam-se primeiro os nitretos, e após todo o nitrogênio ter se combinado como nitreto de titânio podem se precipitar, caso haja titânio para isso.

Os principais efeitos da adição de microligantes são o controle do tamanho de grão austenítico no reaquecimento, o retardo da recristalização da austenita e o endurecimento por precipitação.

Estes aços sofrem um tratamento termomecânico, que é uma técnica projetada para melhorar as propriedades mecânicas e tenacidade de materiais, por processos de deformação a quente controlados, que dispensam posteriores tratamentos térmicos. Originalmente a técnica de laminação a quente foi projetada apenas para dar forma geométrica ao produto.

Podemos subdividir a laminação controlada, basicamente nas seguintes etapas :

- Reaquecimento das placas a uma temperatura em que se obtém grãos de austenita o mais finos e uniformes possíveis.
- Laminação na região de recristalização da austenita, com sucessivos passes, para um refino do grão austenítico.
- Laminação na região de não recristalização da austenita, onde se obtém grãos austeníticos alongados.
- Laminação na região intercrítica (austenita + ferrita), para a deformação continuada da austenita e formação de subgrãos na ferrita.
- Resfriamento controlado para se otimizar o refino do grão ferrítico.

A precipitação de compostos microligantes podem ocorrer na austenita, na transformação da austenita para a ferrita ou na ferrita.

Com o abaixamento da temperatura na região da austenita, ocorre a precipitação, devido à expulsão dos átomos do elemento microligante da rede cristalina, proveniente da redução de solubilidade. Essa precipitação leva diferentes tempos para diferentes temperaturas.

Com a deformação há um aumento da cinética de precipitação, chamada de precipitação induzida por deformação. Isso ocorre devido ao aumento do número de pontos de alta energia existentes na matriz, causado pela deformação. Como são para estes pontos que migram os átomos para a formação de precipitados, a precipitação ocorre em um tempo menor.

Metalografia Colorida

A metalografia é um ensaio realizado nos materiais metálicos, abordando a sua textura que em geral é realizado em uma seção previamente preparada e atacada adequadamente por um reagente químico. Consiste, unicamente, na análise e interpretação do aspecto da seção. A precisão do resultado está condicionado não só ao conhecimento da microestrutura, como também à uma boa técnica no preparo e no ataque do corpo de prova.

O preparo do corpo de prova deve ser realizado com todo cuidado para a exata execução do ensaio e evitar a introdução de defeitos que dificultariam a correta interpretação. Apesar da realização relativamente simples, requer muita prática e habilidade, pois muitas dificuldades podem aparecer durante a manipulação. Assim o preparo de uma micrografia segue uma seqüência de operações como; escolha e localização da seção de estudo; execução do corte da seção plana, embutimento, lixamento e polimento; lavagem, secagem, ataque e observação ao microscópio.

A superfície metálica polida, exposta e sob a ação de um reativo, pode apresentar, quase sempre, aspectos diversos em virtude das heterogeneidades reagirem diferentemente e dos defeitos serem atacados. Assim, as diferenças cristalinas e mecânicas, são evidenciadas em virtude da dissolução seletiva, ou da coloração seletiva do ataque, ou da

deposição seletiva dos produtos das reações. O reativo, também, põe em evidência, por corrosão, defeitos que eram imperceptíveis ^[1].

O aspecto da textura é devido então às diferentes intensidades de reflexão da luz, pois as regiões menos afetadas pelo reativo refletem a luz sobre o olho do observador com maior intensidade do que as outras, coloridas ou recobertas de produtos das reações ou menos corroídas, que dispersam ou absorvem em maior ou menor intensidade. A maior nitidez é alcançada para um determinado ângulo incidente da luz ^[1].

O perfeito ataque é o que acarreta uma nítida microtextura, intrinsecamente característica do corpo de prova.

O ensaio microscópico, usando aumentos adequados, fornece informações particulares sobre a natureza, tamanho, forma, quantidade e distribuição dos constituintes, fases e inclusões, granulação e defeitos, que induzem, a tirar conclusões sobre as características, causas prováveis da fratura e utilização dos materiais.

No ataque colorido uma fase em particular é determinada por uma cor definida. A identificação direta de microconstituintes por meios de diferenciação de cores torna-se então possível.

Há duas categorias gerais dentro do uso de cores na metalografia: 1 – Realce de contraste, em que uma cor particular usualmente não tem nenhuma relação intrínseca com o material (a cor é útil aqui porque o olho pode distinguir milhares de matizações de cores mas poucas tonalidades de cinza, incluindo o preto e o branco). 2 – A cor como um indicador de composição, em que cores específicas indicam elementos ou fases. A mais recente categoria inclui o uso de certos reagentes coloridos

Qualquer tipo de ataque colorido vai produzir um filme que resultará na cor observada. O agente químico de coloração é uma substância formada na superfície da amostra, após a imersão da mesma na solução de ataque. O agente de coloração é usado a temperatura ambiente, mas não precisa necessariamente sê-lo, corrente elétrica, altas temperaturas de oxidação, ou evaporação à vácuo não são usados na produção da coloração da amostra.

Os reagentes podem ser divididos em dois grupos : São reagentes anódicos, em que um filme de sulfeto é precipitado nas áreas de ação anódicas (matriz ferrítica e austenítica), e reagentes catódicos em que um complexo óxido de molibdato ou filmes de selênio elementar são precipitados nos microcatodos (carbonetos, nitretos, etc.) pelo processo de redução dos mesmos. O efeito de cor nos filmes anódicos é devido à fenômenos de interferência e esta interligado com a espessura do filme. A espessura deste filme varia de grão para grão e também em maclas em função da orientação de cristalográfica (diferença na energia de superfície). Os vários reagentes causam a coloração de diferentes fases, de modo que é possível, pela escolha correta do reagente, colorir de forma distinta uma ou outra fase (qualquer fase) à vontade.

A base para a aplicação dos agentes de coloração é a criação de filmes de interferência cuja a espessura é função da composição. No uso de qualquer ataque colorido uma quantia razoável de experimentações iniciais é necessária para estabelecer condições ótimas de reprodução das cores resultantes. Então a composição do reagente e as condições de ataque deve ser mantida constante para melhor reprodutibilidade.

Na grande maioria dos ataques químicos convencionais, a mesma fase pode funcionar com superfície catódica ou anódica. O ataque colorido geralmente colore tanto as

fases catódicas quanto as anódicas . As cores são desenvolvidas por interferência sempre do mesmo modo por uma mesma fase, portanto somente uma cor é desenvolvida por uma fase ou potencial específico.

Metodologia Experimental

A preparação metalografica seguiu a norma ASTM E 3 - 80, lixamento com papel de carbetto de silício base água em granulometria 320 à 1200, polimento inicial em solução aquosa de alumina 1 microns e final com diamante ¼ de micron. Limpeza com água e acetona. O ataque seguiu a noma ASTM E 407 - 70, nital 3% durante 3 segs, logo após picral 4% durante 3 segs e o ataque colorido composto de 100 ml de água destilada, 24 g de tiosulfato de sódio, 3 g de ácido cítrico e 2 g de cloreto de cádmio, por imersão durante 3 minutos , a amostra é lavada em água fria e acetona e seca com ar quente.

Resultado

As fotomicrografias da fig. 1 , mostram a solda por inteiro, identificando-se em azul a ferrita, em amarelo a martensita, em marrom a bainita e em vermelho a perlita.

Conclusão

A metalografia colorida é uma ferramenta valiosa e rápida para a identificação dos vários microconstituintes de solda, deve-se no entanto executar a análise por microscopia ótica com ataque convencional e microscopia eletrônica de varredura, além dos ensaios mecânicos. Após várias experiências e mantendo a reprodutibilidade, adota-se uma determinada formulação de agente corante para identificar um ou mais microconstituintes na estrutura em estudo.

Bibliografia

- [1] BAPTÍSTA, A. L. B. et all – Comparação da Metalografia Colorida com a Metalografia Tradicional Aplicada na Análise de Materiais Metálicos. XVI Cong. de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia, São Carlos – SP.
- [2] BAPTÍSTA, A. L. B. et all – A Metalografia Colorida de Aços. 54º Congresso da ABM, 25 a 29 de Julho de 1999, São Paulo – SP.
- [3]BAPTÍSTA, A. L. B. - Reagentes para Metalografia . EEIMVR / UFF.
- [4]FAZANO, C. A. T. V. - A Prática Metalográfica, Hemus Livraria Editora Ltda, São Paulo, 1980.
- [5]E. Beraha and B. Shpigler - Color Metallography, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1977.

[6]G. F. Vander Voort - Metallography: Principles and Practice, by: McGraw-Hill Book Co., New York, 1984.

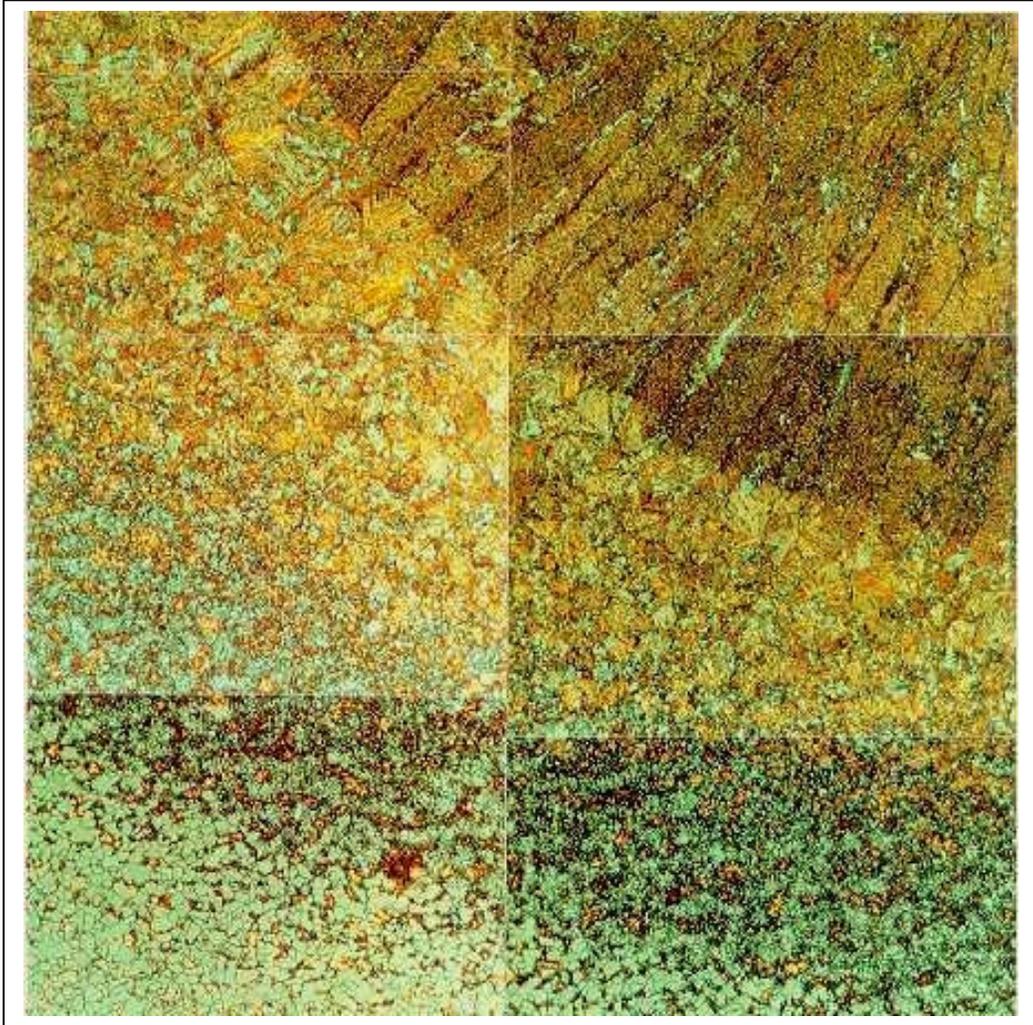


Figura 1 – Microestrutura multiconstituída de uma região soldada . Em azul esta a ferrita, em amarelo a martensita, em marrom a bainita e em vermelho a perlita.