

A Metalografia Colorida do Alumínio

Resumo

O alumínio e algumas de suas ligas podem ser considerados como sendo um dos metais mais difíceis de preparar para observação metalográfica. A baixa dureza e a tenacidade do alumínio tornam-no muito susceptível à deformação durante a preparação, levando a um tempo de preparo manual entre lixamento e polimento extremamente longo., o que torna trabalhosa e cuidadosa a preparação destas ligas.

No presente trabalho mostra-se a rotina mais recomendável para preparação deste tipo de material, enfatizando a técnica de metalografia colorida.

1 - Introdução

A metalografia consiste basicamente no estudo dos produtos metalúrgicos, com o auxílio do microscópio, permitindo observar e identificar a granulação do material, a natureza, forma, quantidade e distribuição dos diversos constituintes ou de certas inclusões, etc. A técnica desenvolvida através da prática de vários anos, define a preparação metalográfica manual como sendo um trabalho laborioso, técnico e altamente artesanal.

Os estágios para a análise de um material metálico são, a preparação da superfície, ataque e observação ao microscópio. A superfície do metal polido corretamente reflete a luz de forma homogênea e não permite distinguir os microconstituintes de sua estrutura, assim para a revelação da estrutura, torna-se necessário atacar a superfície previamente polida com soluções reativas apropriadas.

O ataque químico depende do processo de oxidação e/ou redução que ocorre na superfície do corpo de prova. A superfície polida da amostra, quando submetida uniformemente à ação de soluções químicas, tem determinadas regiões atacadas preferencialmente, pois os grãos de natureza diversa, assim como os seus limites granulares, são corroídos diferentemente. A intensidade do contraste irá depender dos diferentes potenciais eletroquímicos dos microconstituintes da estrutura.

Os reagentes químicos podem ser soluções simples ou misturas complexas, a revelação decorre da ação oxidante sobre a superfície metálica. O potencial corrosivo necessário da solução é controlado pela concentração do agente ácido ou de seus componentes. Estes reagentes são geralmente compostos de ácidos orgânicos ou inorgânicos e substâncias alcalinas misturadas com solventes apropriados, tais como glicol, álcool, água, etc. Na sua quase

totalidade os reagentes para revelação das estruturas metálicas na metalografia são diluídos em soluções alcoólicas e/ou aquosas. A rápida ação ocasionada pelo ataque seletivo do reativo na amostra requer uma superfície totalmente plana da borda até o centro; isenta de riscos, manchas ou demais imperfeições; inclusões não metálicas intactas; exclusão da película deformada e absolutamente limpa. O mecanismo destes ataques consiste na oxidação seletiva porque a cadência da dissolução dos constituintes da estrutura diferem entre si, fazendo com que a corrosão seja dirigida para determinadas regiões em detrimento de outras.

Em alguns casos, quando se deseja observar estruturas contendo vários microconstituintes ou com diversificação de tamanho de grãos e/ou aumentar a seletividade, utiliza-se de reagentes para coloração da superfície atacada. O ataque é efetuado na temperatura ambiente ou à quente e o reagente deverá ser preparado por ocasião de seu uso. Os reagentes mais empregados são aqueles à base de soluções aquosas contendo ácido clorídrico. Emanuel Behara, metalurgista dos laboratórios da força aérea de Israel em Bat-Yam, desenvolveu com sucesso a adequada dosagem de reagentes à base de sulfito de potássio e ácido sulfônico, dando ênfase a metalografia colorida.

No presente trabalho mostra-se a rotina mais recomendável para preparação deste tipo de material, enfatizando a técnica de metalografia colorida.

2 - Preparação Metalográfica de Amostras de Alumínio e Suas Ligas

- Lixamento : A função do lixamento é de alisar a amostra e remover deformações profundas da mesma. Normalmente, isso é feito com papel de carbetto de silício, grão 180, 120 ou, às vezes até 80 ou 60. Verifica-se que nem sempre é necessário iniciar com esses papéis grossos. Eles introduzem uma deformação desnecessária e prolongam o tempo de polimento subsequente. Dependendo da área da amostra, das condições superficiais do corte e das características da liga, o lixamento pode ser iniciado com grão 220, 320, 400, ou às vezes mesmo com grão 500 ou 600. Se for escolhido um grão relativamente fino para o lixamento no plano inicial, a preparação total pode ser reduzida.

Basicamente, o lixamento consiste de 4 a 5 passes e o tempo total para cada amostra é de 1 minuto a 30 segs.

Para se obter uma deformação mínima e o acabamento mais fino possível da superfície, a pressão de trabalho deve ser a mais baixa possível. Ela varia de 100 a 150N, dependendo da área da superfície.

- Polimento : Para o polimento inicial, os procedimentos disponíveis variam desde o uso de farinha de alundum, MgO até diamante, com uma variedade de métodos diferentes. O alumínio com altos teores de silício nunca realmente criou quaisquer problemas sérios de polimento; entretanto, quanto mais mole são as ligas, mais difíceis elas são de polir. Este problema começou a ser contornado, em alumínio de baixa liga, reduzindo-se a velocidade de rotação, usando-se um tecido duro como pano de polimento e lubrificantes oleosos. Contudo, o tempo envolvido era relativamente alto e a reprodutibilidade dependia muito da habilidade do operador individual. Além do alumínio verifica-se também que em vários outros metais não-

ferrosos (macios), após o lixamento, o polimento comum com diamante 6 ou às vezes 15 microns, não apresentava resultados satisfatórios. Normalmente o abrasivo deixava a superfície da amostra com riscos profundos aleatórios, e marcas de partículas que rolavam sobre a mesma ainda eram visíveis após polimento com diamantes mais finos. Este passo de pré-polimento é na realidade o maior obstáculo na preparação desses materiais mais moles. Dois fatores são provavelmente responsáveis por isso :

- A estrutura cristalográfica e a dureza do diamante, que lhe confere a capacidade de corte superior geralmente exigida na metalografia, torna-o um meio abrasivo extremamente agressivo para materiais moles.
- Os metais moles são notavelmente muito susceptíveis a serem riscados e os diamantes de grão mais grosso, eventualmente devido à distribuição de tamanho das partículas, não são muito eficientes para o pré-polimento, visto que eles continuamente introduzem riscos relativamente profundos.

Assim para contornar este problema, a rotina de trabalho adotada, foi executar o lixamento com lixas de granulometria cada vez mais finas, reduzindo então o tempo de preparação para alguns minutos.

Esta retificação fina com baixas pressões permite obter um acabamento superficial muito fino, que é melhorado reduzindo o fluxo de água quase a zero. Em quase todos os metais não-ferrosos, tais como Ti, W, Nb, Zr, e Mo, o acabamento superficial foi melhorado efetuando-se a retificação quase a seco. Embora isso provavelmente ajude na preparação de alguns metais puros e de baixa liga, verificamos ser impraticável para o trabalho de rotina de controle de produção, visto que é difícil monitorar uma secura reprodutível sem aquecer a amostra.

Após a retificação fina em lixa grana 4000, o polimento é feito em seguida com diamante 3 microns em um pano duro ou semi-duro, utilizando-se lubrificantes oleosos ou álcool, durante 2 á 4 minutos. As ligas mais macias e o alumínio puro, necessitam um polimento adicional em diamante 1 micron durante 2 minutos.

A pressão de trabalho varia entre 100 a 150N. A lubrificação durante o polimento com diamante deve ser mantida em um mínimo. Verifica-se que quanto mais seco o pano, menos riscos ocorrem na superfície da amostra. A única explicação para esse fato até agora poderia ser de que com menos lubrificante, o diamante tem maior possibilidade de ficar aderente ao pano, ao invés de ser movido juntamente com o lubrificante, expondo mais arestas e, dessa forma, riscando a superfície. Também esse efeito foi observado em outros metais não-ferrosos.

Deve-se ressaltar que para ligas com uma maior dureza, prefere-se mais lubrificação, objetivando-se um efeito contrário ao comentado anteriormente, não sendo isto via de regra, deve-se observar a evolução do processo de polimento para julgar a quantidade de lubrificante que se deve empregar.

No caso de ligas mais resistentes (duras) o lixamento até lixas 1000 ou 1200 (SiC base água) seguida de polimento em diamante 6, 3, e 1 microm com boa lubrificação, apresentam resultados satisfatórios.

Em todo o processo de preparação (lixamento e polimento), as amostras devem ficar imersas em um becker com acetona, e após cada lixamento ou

polimento, deve-se executar uma limpeza ultrasônica durante 4 minutos para remoção das impurezas.

Para o polimento inicial pode-se usar um óxido, como Al_2O_3 , diluído em água, em granulometria de 1 ou 0,25 microns. O pano de polimento deve ser limpo no início e no final do trabalho. Deve-se polir apenas amostras de mesma estrutura, isto é dureza e ductilidade. Pode-se empregar um leve esforço no início para se retirar os riscos de lixa, aliviando esta pressão no final do polimento. A amostra tende a apresentar um aspecto escuro.

No polimento final, pode-se usar também o processo com diamante 1/4 de micron, porém, o MgO tem sido sempre o meio de polimento melhor e mais comumente usado para o alumínio. Embora ele tenha uma taxa de corte excelente, ele apresenta algumas desvantagens :

- A qualidade varia amplamente e nem todos os produtos são igualmente bons.
- O manuseio exige um cuidado especial que nem sempre é garantido em um ambiente de controle de produção.
- Ele tem a tendência de criar relevos.

Como substituto para o MgO, ensaiamos um meio de polimento final de SiO_2 coloidal, que é amplamente usado na indústria eletrônica para o polimento de pastilhas de silício. Ele apresenta algumas vantagens distintas em relação ao MgO :

- Ele é fornecido em uma suspensão coloidal, o que significa que as partículas abrasivas são mantidas em suspensão e não se precipitam.
- Mesmo quando houver necessidade de aumentar o tempo de polimento para vários minutos, o SiO_2 não cria um relevo significativo.
- Ele possibilita um acabamento mais brilhante que o MgO.

Ele tem um pH de 9,8 , o que torna a suspensão bastante alcalina. Para trabalhos em que o tingimento de algumas fases não é aceitável, a suspensão pode ser diluída para reduzir o pH. Entretanto, para a maioria das amostras, o SiO_2 pode ser usado não-diluído, o que torna os procedimentos mais reprodutíveis.

A aplicação do SiO_2 é a mesma que para o MgO ou para a alumina : A suspensão é despejada em um pano de polimento molhado e após o polimento, é usada a água para remover a suspensão do pano e limpar a amostra. A amostra é então limpada cuidadosamente com água corrente e secada. A sílica coloidal também pode ser diluída em água destilada, na proporção de 1:2(H_2O), produzindo uma solução aquosa. Os resultados de aparência superficial se apresentam melhores, com o uso da solução aquosa em vez da sílica concentrada.

O tempo de polimento varia de 30 segundos a 4 minutos, dependendo da maciez da amostra. Normalmente, são suficientes em média 2 minutos. A pressão é mantida em um mínimo para evitar qualquer relevo possível e varia de 30 a 80N.

3 - Materiais, métodos e resultados

As amostras (pertencentes ao laboratório da EEIMVR/UFF) foram lixadas com a sequência de 320, 500, 800, 1000, 1200 e 4000. O polimento das ligas (fig.

1a, b, c, d) foi em diamante 3, 6, 1, 1/4 de micron e sílica coloidal. Os ataques coloridos utilizados foram : para as amostras (a) e (b) a solução de 200 g CrO₃ , 20 g sulfato de sódio, 17 mL HCl, 1000 mL de água destilada e para as amostras (c) e (d) 4 g de permanganato de potássio, 1 g de hidróxido de sódio em 100 ml de água destilada, os dois ataques foram por imersão.

Após as experiências, repetidas várias vezes com resultados bons e insatisfatórios, deve-se resaltar que o ataque colorido de materiais a base de alumínio apresenta um grande grau de dificuldade e reprodutibilidade condicionada a um controle rígido da solução e tempo de ataque. A limpeza da amostra deve ser absoluta. A preparação em termos de lixamento e polimento requer muita paciência e o mínimo de esforço possível, evitando numerosos polimentos e repolimentos. A figura 1 mostra o resultado dos testes executados.

4 - Conclusão

A preparação metalográfica do alumínio e suas ligas requer grande habilidade e paciência, além do cuidado com a exclusividade das lixas e panos de polimento.

A metalografia colorida destes materiais apresenta grande grau de dificuldade, necessitando de um controle rígido do preparo das soluções, tempo de ataque e condições da superfície da amostra.

A revelação da estrutura é um ciclo de sucessos e fracassos, necessitando de um estudo sistemático para garantir a total reprodutibilidade.

5 - Bibliografia

BAPTÍSTA, A. L. B. - O Ensaio Metalográfico no Controle da Qualidade, UFF/EEIMVR, 1998.

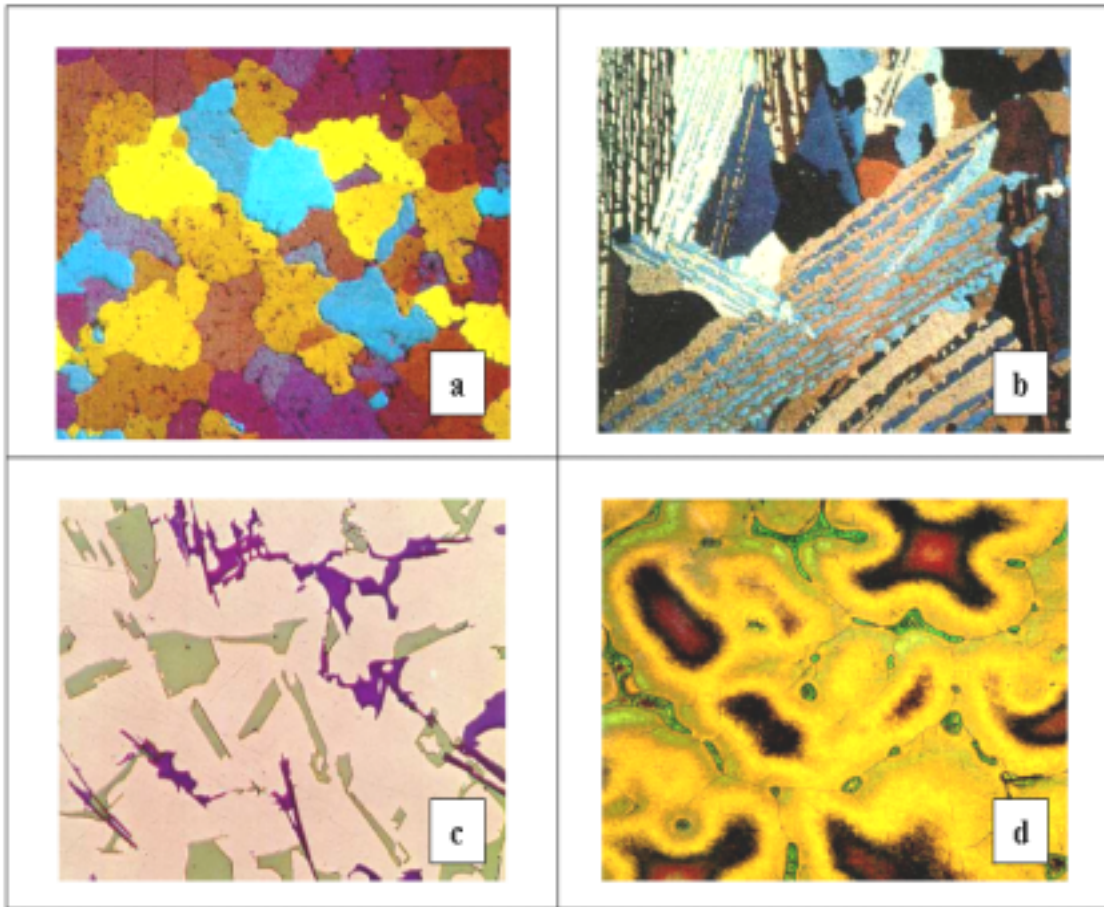


Fig.: 1 - aumento de 500x

a - alumínio puro , b - baixa liga , c - alumínio - silício , d - alumínio - cobre