

## A.5.5 Engenharia de Minas e Metalurgia

**01-A.5.5** PROJETO DE FORNO TIPO POÇO PARA AQUECIMENTO ATÉ 1200 C. Paulo Eduardo Mauá, José Ademir de Souza, Mário Melquisedeque Arruda e Carlos Alberto de Souza (Departamento de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos - USP).

Os problemas relacionados são resolvidos de inúmeras formas, utilizando-se variados tipos de projetos bem como de diferentes formas de energia. Exemplos são encontrados nas áreas de obtenção, conformação e transformações microestruturais, principalmente para os materiais metálicos e cerâmicos. Este trabalho tem como objetivos o projeto de um forno elétrico tipo poço e sua construção, destinado ao aquecimento até 1200 C. Conhecendo-se as características de câmara de aquecimento como dimensões e condições de isolamento térmico além da temperatura máxima de trabalho, determina-se a potência necessária ao adequado funcionamento do forno. Conhecendo-se a tensão de alimentação, determina-se a corrente elétrica necessária. Em seguida, com o conhecimento da corrente, do coeficiente de temperatura e da carga admissível que são dependentes da natureza do material, calcula-se a superfície irradiante do fio. Com estes valores, determinam-se o diâmetro do fio e a resistência elétrica por unidade de comprimento, a partir de valores tabelados. Por último calcula-se o comprimento do fio. A resistência elétrica é obtida pelo enrolamento do fio em espiral, com diâmetro das espiras de aproximadamente cinco vezes o diâmetro do fio e com afastamento, entre espiras, da ordem de duas vezes o diâmetro do fio escolhido.

**02-A.5.5** OBTENÇÃO DE CURVAS DE TEMPERABILIDADE JOMINY POR MÉTODO COMPUTACIONAL. Paulo Eduardo Mauá, José Ademir de Souza, Mário Melquisedeque Arruda, Carlos Alberto de Souza (Departamento de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo).

O presente trabalho tem como objetivo a determinação do Diagrama de Temperabilidade por meio de método computacional, utilizando-se a linguagem técnica Fortran, e função da composição química de aços e do tamanho médio de grãos. O desenvolvimento do programa foi feito nas seguintes etapas principais: a). São lidas duas tabelas de valores de porcentagens de elementos de liga em função do tamanho médio de grãos e da dureza Rockwell C; b). Introduce-se o número de ligas, os tamanhos médios de grãos e as respectivas porcentagens dos elementos de cada aço; c). Com auxílio dos dados lidos anteriormente são determinados os fatores multiplicativos dos teores dos elementos que compõem o aço, cujos valores serão utilizados para o cálculo do diâmetro crítico ideal e em seguida determina-se o diagrama de Temperabilidade. O programa registra as seguintes informações principais: número de identificações do aço, tamanho de grão, elementos de liga e respectivos teores e, dureza em função da distância a partir da extremidade temperada. Os diagramas de Temperabilidade de alguns aços, assim obtidos, foram comparados com diagramas experimentais, mostrando resultados semelhantes.

**03-A.5.5** FRATOGRAFIA ELETRÔNICA DE MATERIAIS METÁLICOS - Arnaldo H.P. de Andrade e Waldemar A. Monteiro.  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - CNEN, S. Paulo.

Neste trabalho é examinada a utilização da microscopia eletrônica na caracterização das superfícies de fratura de metais e ligas. As superfícies de fratura de materiais metálicos exibem marcas e uma topografia que são características dos mecanismos de fratura operantes durante o início e a propagação de fissuras. Estas marcas podem ser facilmente e melhor diferenciadas pela microscopia eletrônica, sendo este campo conhecido como fratografia eletrônica. Esta técnica tem se tornado cada vez mais importante devido a sua alta capacidade de resolução e de aumento, comparada à fratografia óptica convencional. Os microscópios eletrônicos de varredura (M.E.V.) e de transmissão (M.E.T.) são ambos utilizados na análise fratógráfica, cada um deles possuindo vantagens e desvantagens específicas (por exemplo, no tocante a limites superior e inferior de magnitude, ao poder de resolução, a área analisada, etc.) mas no uso geral, um complementa o outro. A observação direta de uma superfície de fratura pode ser feita com o M.E.V.. O uso de réplicas, que são observadas no M.E.T. é de grande importância quando a superfície de fratura a ser estudada está localizada numa estrutura de grandes dimensões, em vasos de conten-

ção ou em equipamentos que não podem ser transportados para o laboratório. Os seguintes mecanismos básicos são apresentados como ilustração: clivagem, coalescência de microcavidades, fratura intergranular e fadiga. De modo a obter um melhor conhecimento dos processos microestruturais envolvidos na fratura de materiais é feita uma introdução aos métodos da fractografia quantitativa, na tentativa de relacionar o tamanho, forma e distribuição das características de fratura à medidas quantitativas de propriedades de fratura tais como a tenacidade e a ductilidade.

**04-A.5.5** ARMAZENAMENTO DE HIDROGÊNIO EM LIGAS FERRO-TITÂNIO. Fernando Augusto Batista e Evando Mirra de Paula e Silva (Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais)

Foi feito um estudo da capacidade de armazenamento de hidrogênio em ligas ferro-titânio. Uma delas foi preparada em laboratório com materiais de alta pureza, e as outras três produzidas industrialmente no Brasil, por redução alumino-térmica. As amostras foram submetidas a vários ciclos de absorção-dessorção de  $H_2$  (ativação), sendo então obtidas algumas isotermas pressão x composição. Foi observado que as ligas FeTi de produção industrial mostraram uma capacidade de absorver hidrogênio inferior ao FeTi de laboratório e que retiveram mais  $H_2$  no momento da dessorção. Os resultados obtidos com o sistema de hidratação juntamente com os fornecidos pela análise metalográfica (microsonda eletrônica) e difração de raios-X foram interpretados em termos das fases presentes nas ligas. A liga de laboratório apresentou-se constituída basicamente por FeTi. Nas ligas industriais constatou-se, além da presença do FeTi, a existência de um outro composto intermetálico, o  $Fe_2Ti$ , que não absorve hidrogênio. Além disso, os altos teores de impurezas nestas ligas, em especial o alumínio, reduziram ainda mais a capacidade de absorver hidrogênio do FeTi. Em vista disso, foram sugeridas modificações a serem introduzidas na fabricação dessas ligas, para que possam ser utilizadas como armazenadoras de hidrogênio.

**05-A.5.5** SOLUÇÕES SÓLIDAS DE HIDROGÊNIO EM LIGAS NIÓBIO-MOLIBDÊNIO, RICAS EM MOLIBDÊNIO. Clodomiro Alves Júnior e José Roberto G. da Silva (Departamento de Física-UFRN, Departamento de Engenharia de Materiais-UFScar).

Ligas Nióbio-Molibdênio ricas em molibdênio, foram preparadas num forno de fusão a arco voltaico. Em seguida dopou-se com hidrogênio de alta pureza, placas de aproximadamente 1 mm de espessura, retiradas dessas ligas. Essas dopagens foram feitas para diversas temperaturas (1000 a 1600°C) e num tempo suficientemente grande para garantir o equilíbrio termodinâmico da fase gasosa com a solução sólida. Analisou-se, por extração a quente, a concentração de hidrogênio nessas soluções sólidas para cada temperatura de dopagem e, por condições de equilíbrio termodinâmico, calculou-se a entalpia e entropia parcial molar de hidrogênio nas ligas. Comparou-se os resultados com aqueles previstos pelo modelo do próton blindado, onde era esperado um máximo na entalpia de solução, na faixa de 80 a 90% at. de Molibdênio.

**06-A.5.5** EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO DA TANTALITA-NIOBITA. Fausto Daniel Eleno M. Galeano e Clodomiro Alves Júnior (Departamento de Física Teórica e Experimental-UFRN).

Concentrados de tantalita-niobita oriundos do RN, foram abertos em HF-70% a 70°C e com agitação durante 10 horas. A solução aquosa após filtrada foi diluída para concentração de HF variando de 10 a 4 N e em seguida colocada em contato com um solvente orgânico (Metil-Isobutil Cetona) para a extração do tântalo e do nióbio. O contato realizou-se num funil de separação de polietileno, a temperatura ambiente e mantendo-se o tempo de contato constante. Além desses parâmetros manteve-se também constante a razão em volume do solvente orgânico/solução aquosa. Em seguida analisou-se, por absorção atômica, a concentração do Ta e Nb tanto no solvente orgânico como na solução aquosa. A partir desses dados obteve-se o coeficiente de distribuição para os dois metais.