



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th- September 3rd, 2004

CRE04-MT14

Análise Do Efeito Dos Tratamentos Térmicos Em Altas Temperaturas Nas Propriedades De Um Aço Inoxidável Duplex

Viviane F. Terra, Juan Manuel Pardal, Sérgio S. M. Tavares, Maria P. Cindra Fonseca

Departamento de Engenharia Mecânica, UFF – Universidade Federal Fluminense,
Rua Passo da Pátria, 156, CEP: 24210-240, São Domingos, Niterói-RJ
vferra@yahoo.com.br

Nos últimos anos, a utilização dos aços inoxidáveis duplex e superduplex de estrutura austeno-ferrítica tem se intensificado bastante no Brasil, principalmente nos setores de exploração, produção e refino de petróleo e gás. As excelentes propriedades mecânicas e de resistência à corrosão destes materiais, quando comparadas às dos aços inoxidáveis ferríticos e austeníticos justificam esse aumento de demanda pelos equipamentos para dutos de transporte *on e off-shore* [1].

O desenvolvimento de processos de soldagem adequados para os aços duplex e superduplex está atualmente entre as prioridades da PETROBRAS. Esse trabalho é um estudo experimental conduzido em um aço inoxidável duplex UNS S31803, cuja microestrutura foi alterada por tratamentos térmicos a altas temperaturas (1300°C), simulando os ciclos térmicos de resfriamento que ocorrem na ZTA das juntas soldadas [2,3]. O aço estudado apresenta a seguinte composição química em % de peso: 0,02C; 22,3Cr; 5,44Ni; 2,44Mo; 0,160N. Além da análise da microestrutura, o trabalho inclui a avaliação das propriedades mecânicas (tenacidade e dureza) das amostras. A influência de um tratamento térmico posterior, a 1000°C, seguido de resfriamento em água, foi realizado para simular o efeito de tratamentos térmicos pós-soldagem na microestrutura da ZTA.

A microestrutura do aço inoxidável duplex resfriado em água e óleo a partir de 1300°C apresentou 17,1% e 27,6% de austenita, respectivamente, conforme mostrado nas figuras 1 e 2. Nestas condições, devido à baixa quantidade de austenita, os grãos de ferrita tornam-se muito grosseiros e nitreto de cromo precipita-se na matriz ferrítica. Em consequência disso, a tenacidade das amostras é muito baixa e a superfície de fratura apresenta uma mistura dúctil e frágil uniforme em testes realizados à temperatura ambiente.

O maior valor de tenacidade foi obtido na amostra resfriada no forno de 1300°C a 1000°C seguida de resfriamento ao ar até a temperatura ambiente. Nesta condição, a microestrutura obtida, mostrada na figura 3, contém 55,4% de austenita. A figura 4 mostra a energia absorvida em função da condição de resfriamento antes e depois do tratamento de solubilização.

Contudo, se a amostra é resfriada no forno a partir de 1300°C até a temperatura ambiente, a baixa taxa de resfriamento abaixo de 1000°C pode promover a indesejável precipitação de carboneto de cromo. A baixa taxa de resfriamento também aumentou a microdureza da fase ferrítica, a qual é uma indicação do começo do processo de decomposição espinoidal entre as temperaturas 550°C-350°C. Como resultado, a tenacidade desta amostra é baixa, além de apresentar uma alta quantidade de austenita e estrutura de grãos refinados.

O tratamento de solubilização a 1000°C seguido de resfriamento em água promove um aumento na tenacidade em todas as condições. A estrutura das amostras resfriadas rapidamente é completamente modificada por esse tratamento. Pequenas partículas de austenita precipitadas na matriz ferrítica, promovem um refino desejável. O aumento na quantidade de austenita é também

responsável pela redistribuição do nitrogênio nesta fase, e como consequência disto ocorre a dissolução de nitretos de cromo. O tratamento de solubilização ainda aumenta a tenacidade nas amostras resfriadas no forno, pois elimina os nitretos de cromo intergranulares e a decomposição espinoidal da fase ferrítica.

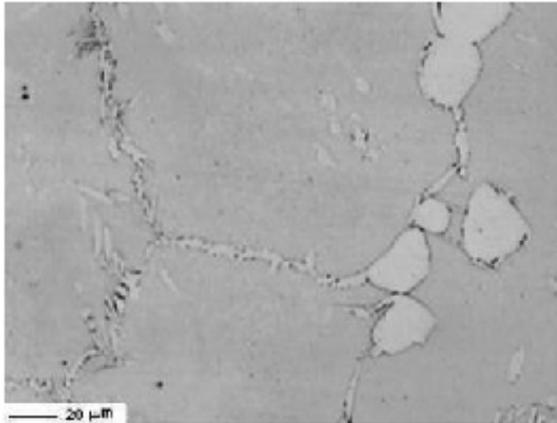


Fig. 1 – Microestrutura da amostra resfriada em água até a temperatura ambiente.

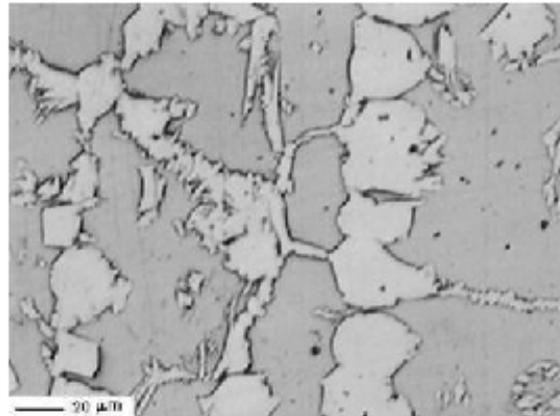


Fig. 2 – Microestrutura da amostra resfriada em óleo até a temperatura ambiente.

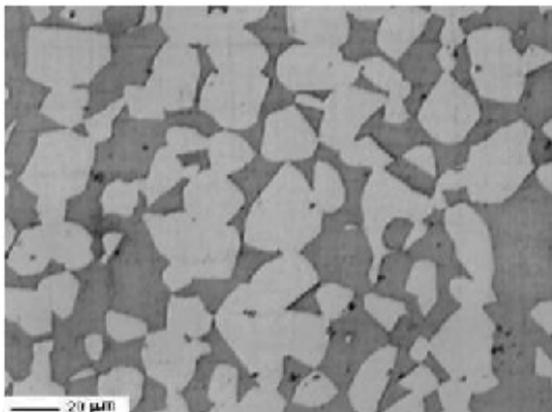


Fig. 3 – Microestrutura da amostra resfriada no forno até 1000°C seguida de resfriamento ao ar até a temperatura ambiente.

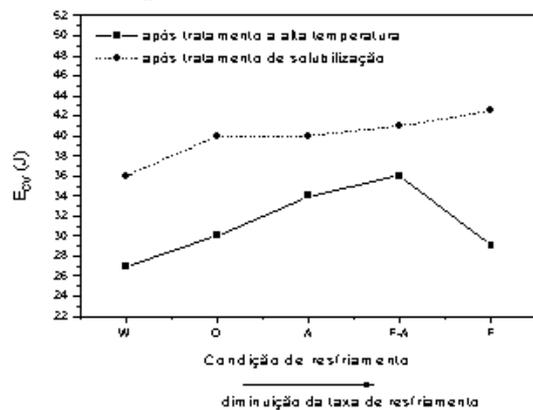


Fig. 4 – Energia absorvida em função da condição de resfriamento antes e depois do tratamento de solubilização.

Referências

- [1] *ASM Specialty Handbook "Stainless Steels"*, 1994.
- [2] J. D. Kordatos, G. Fournalaris, G. Papadimitriou, *Mater. Science Forum* 318-320 (1999) 615-620.
- [3] J. D. Kordatos, G. Fournalaris, G. Papadimitriou, *Scripta Mater.* 44 (2001) 401.