

Capítulo 6

Sugestões para Trabalhos Futuros

Os conhecimentos obtidos através do desenvolvimento desta Tese podem ser consideravelmente ampliados através de um trabalho em escala semi-industrial sobre os dois aços aqui estudados, endurecível por precipitação de cobre (HSLA-80) e bainítico com teor extra-baixo de carbono (ULCB). A disponibilidade de maior quantidade de material viabilizaria diversos ensaios experimentais adicionais que embasariam estudos complementares visando agilizar e reduzir o custo do desenvolvimento do processo industrial de fabricação destas ligas e identificar com mais precisão as condições ideais para sua aplicação.

Eis as sugestões para trabalhos futuros:

Otimizar a composição química dos aços HSLA-80 e ULCB, minimizando o teor de elementos de liga problemáticos para a ductilidade a quente, como o cobre, ou excessivamente caros, como o molibdênio, eventualmente considerando o uso de resfriamento acelerado após a laminação a quente.

Caracterizar detalhadamente o efeito da temperatura e tempos de reaquecimento sobre o tamanho e distribuição do tamanho de grão austenítico, bem como o grau de solubilização dos elementos microligantes.

Determinar o efeito da distribuição total da deformação durante a laminação a quente entre as fases de esboçamento e acabamento sobre a microestrutura e propriedades mecânicas.

Verificar a resposta desses aços através da simulação do processamento desses aços nas condições típicas da Laminação de Tiras a Quente, incluindo resfriamento acelerado após a laminação seguido do resfriamento lento típico de uma bobina a quente.

Caracterização da resistência à deformação a quente desses novos aços, incluindo o efeito dos principais elementos de liga e da supressão da recristalização da austenita, bem como o modelamento matemático de todos esses efeitos.

Estudar o efeito dos elementos de liga específicos desses aços e do processo de laminação a quente sobre as temperaturas críticas da laminação controlada, ou seja, as temperaturas de não-recristalização (T_{nr}), início (Ar_3) e fim (Ar_1) da formação de ferrita proeutetóide e de início (B_s) e fim (B_f) da formação de bainita, bem como a interação entre a recristalização da austenita e a precipitação de carbonitreto de elementos microligantes

Estudo do efeito dos elementos de liga sobre a recristalização da austenita, particularmente o efeito do cobre nos aços HSLA-80 e da sinergia nióbio-boro nos aços ULCB.

Caracterizar com maior nível de detalhamento as microestruturas bainíticas obtidas, incluindo os precipitados de cobre e de elementos microligantes, através de microscopia eletrônica de varredura e transmissão.

Verificar o efeito dos parâmetros de processo da laminação controlada a quente (temperatura de reaquecimento, grau total de deformação a quente, distribuição da deformação ao longo das fases de esboçamento e acabamento, temperatura de acabamento) sobre a resistência mecânica, ductilidade e tenacidade de amostras envelhecidas sob diversas condições de temperatura e tempo de tratamento.

Caracterizar detalhadamente a tenacidade das amostras obtidas, usando-se ensaio de impacto Charpy instrumentado, com determinação da área de fratura dúctil e índice de expansão lateral, levantamento da curva de transição entre fratura dúctil e frágil e utilizando-se ensaio DWTT.

Caracterização detalhada da soldabilidade dessas duas novas ligas e mais a de um aço HY-80, permitindo uma comparação efetiva entre elas.

Caracterizar a resistência à corrosão dos aços aqui estudados em água marinha, verificando inclusive o efeito de técnicas protetivas.

Verificar o desempenho desses aços quanto ao ataque por fragilização induzida por hidrogênio (*H.I.C., Hydrogen Induced Cracking*), para avaliar seu grau de adequabilidade para sua aplicação em tubos para a área petrolífera que tenham de atender a esse requisito.

Caracterização da conformabilidade a frio e a quente de chapas grossas desses novos tipos de aço, especialmente na fabricação de tubos de grande diâmetro.