EXTRUSÃO E CARACTERIZAÇÃO AÇO EUTETÓIDE PATENTEADO EM CANAL ANGULAR DE UM AÇO EUTETÓIDE PATENTEADO

Yasmim Caroline Brito (BIC/Fundação Araucária), Osvaldo Mitsuyuki Cintho (Orientador), omcintho@uepg.br.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.
Engenharia de Materiais e Metalúrgica – Metalurgia Física.

Palavras-chave: Extrusão de Canal Angular, Deformação plástica severa, processamento.

Resumo

O Processamento de extrusão por Canal Angular (ECA) vem sendo uma das técnicas mais estudadas para o aumento da resistência mecânica de materiais metálicos a partir da deformação plástica severa, obtendo-se assim grãos finos ou ultrafinos. É também um processo relativamente versátil, pois pode ser feito em vários tipos de metais ligas. No presente trabalho avaliou-se a evolução microestrutural de amostras de aço eutetóide após tratamento térmico de patenteamento e posterior processamento em canal angular em uma matriz de 120º. As amostras foram processadas em 1, 2 e 4 passes, assim verificando um aumento de dureza em função do número de passes. Os resultados obtidos foram comparados em relação à amostra patenteada que não passou pelo processamento ECA.

Introdução

As propriedades mecânicas e físicas dos metais são obtidas por diversos fatores, o tamanho do grão possui um papel significativo para determinação de propriedades mecânicas. A resistência mecânica aumenta com a redução do tamanho do grão, assim, muitas vezes procura-se obter grãos de granulometria fina durante o processamento.[1]

O processo de extrusão por canal angular (ECA) ou “equal channel angular pressing” (ECAP), é uma das técnicas mais viáveis para refinamento de grão em materiais policristalinos, como já visto em diversos metais e ligas.[2-3] Neste processo os materiais são submetidos a uma deformação plástica severa, onde se passa a amostra do material repetidamente por meio de uma matriz, a qual contêm dois canais de mesma seção transversal e que se interceptam formando um ângulo entre eles. A extrusão pode ser também feita à temperatura ambiente, as dimensões da seção transversal da amostra não sofrem alteração com os passes na matriz, atingindo altas deformações.[3-4]

Um dos parâmetros do processamento é a influência do número de passes que a amostra é submetida devido ao aumento na resistência do material e dureza. Quando passada mais uma vez pela matriz a deformação vai ficando mais homogênea e os grãos começam a ter um maior refinamento, contanto a ECA se torna uma rota de processamento muito interessante, pois há ganhos em resistência mecânica juntamente com ganhos na plasticidade do material.

Utilizou-se o tratamento térmico de patenteamento com o objetivo de obter uma estrutura de perlita fina e, assim, um aumento da sua resistência mecânica pela diminuição do espaçamento interlamelar, o que pode restringir parcialmente a mobilidade das discordâncias.[5]

Portanto, o processamento por extrusão em canal angular de um aço de estrutura perlitica fina mostra-se muito atrativo por somar o aumento de resistência mecânica proveniente do espaçamento interlamelar do patenteamento e do encruamento obtido em ECA.

Materiais e Métodos

Utilizaram-se amostras de aço eutetóide, cedida em forma de chapa pela indústria de equipamentos automobilísticos de São Bernardo do Campo (SP), Mangels S.A. O material base apresenta dureza de 217 HV.

O tratamento térmico foi realizado anteriormente obtendo-se amostras de estrutura perlitica fina. Primeiramente, estas amostras foram preparadas para a caracterização seguida de analise microestrutural por meio do microscópio Olympus BX-51 com câmera digital Q-Color 3, as imagens das microestruturas foram obtidas pelo programa Imagem Pro-Plus 5.1. Em relação ao processo por ECA utilizou-se uma matriz com um ângulo de 120º e amostras com dimensão de 5x8x36mm. Realizaram 1, 2 e 4 passes nas amostras as quais foram pressionadas por um punção de aço ferramenta para sua passagem pela matriz, a compressão foi feita pela máquina de ensaios mecânicos Shimadzu Autograph-II com capacidade de 300 KN.

Por fim utilizou-se um durômetro Leica VMHT MOT para a realização do ensaio de dureza Vickers por microimpressão.

Resultados e Discussão

No processo de extrusão por canal angular as tensões atingidas foram calculadas em função da força aplicada sobre a área da seção transversal do corpo de prova, as curvas de tensões obtidas por ECA estão representas na Figura 1.

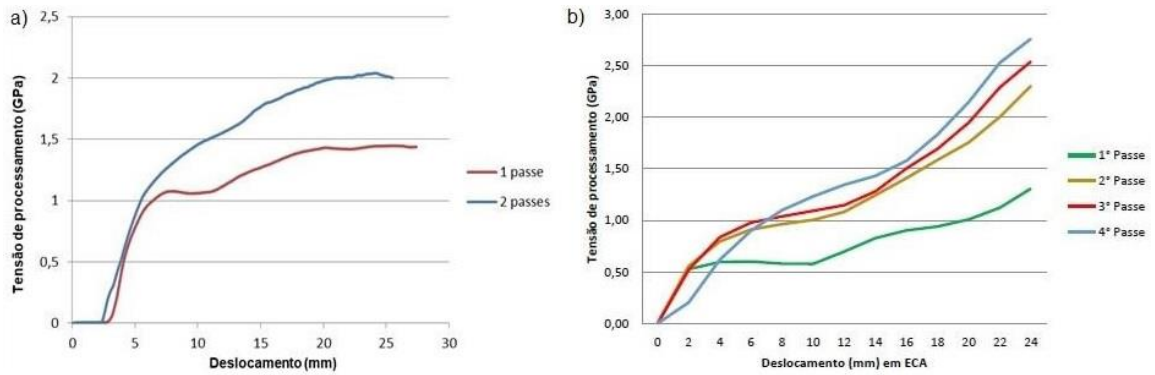


Figura 1 – Tensão máxima (GPa) na extrusão por ECA em função do deslocamento (mm). A Figura a) representa a curva obtida apenas para 2 passes e b) representa a curva para todos os passes obtidos em trabalhos anteriores.

Durante o procedimento experimental, as curvas de 3 e 4 passes não foram representadas devido a problemas técnicos durante o procedimento, logo, para uma melhor comparação a Figura 3-b) representa todas as curvas obtidas em trabalhos anteriores.

A amostra submetida a quatro passes atingiu uma tensão de aproximadamente 2,6 GPa, ou seja, 13% maior que a tensão atingida para um passe, pois além de possuir uma estrutura de perlitas finas a força de aplicação cresce em função do encruamento relacionado ao número de passes. As análises metalográfica das amostras processadas por ECA apresentaram variação morfológica devido à deformação e estão representadas nas Figura 2.

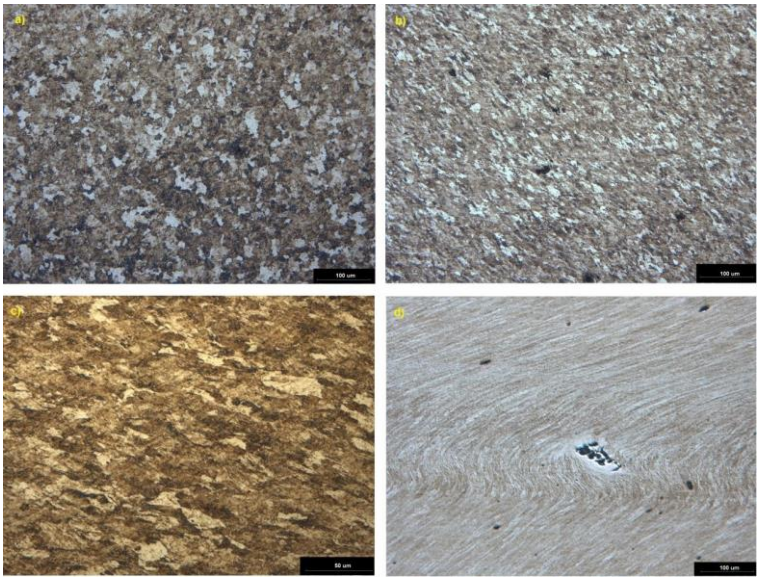


Figura 2 – Fotomicrografia obtida por microscopia óptica da seção superficial das amostras do aço eutetóide com tratamento térmico. Ataque com Nital 2%. A Figura a) amostras Patentadas e as amostras b), c) e d) processas por ECA com 1, 2 e 4 passes, respectivamente.

Nota-se que conforme aumenta o número de passes nas amostras (Figuras b,c e d), aumenta o grau de deformação devido ao cisalhamento durante a ECA e com isso a microestrutura vai ficando mais refinada, ou seja, a fragmentação lamelar vai ficando mais evidenciada. Análises com FEG dessas microestruturas estão representadas na Figura 3 e, pode-se observar que na Figura 3b) há um maior refinamento apresentando uma maior deformação e fragmentação lamelar em comparação a Figura 3a).

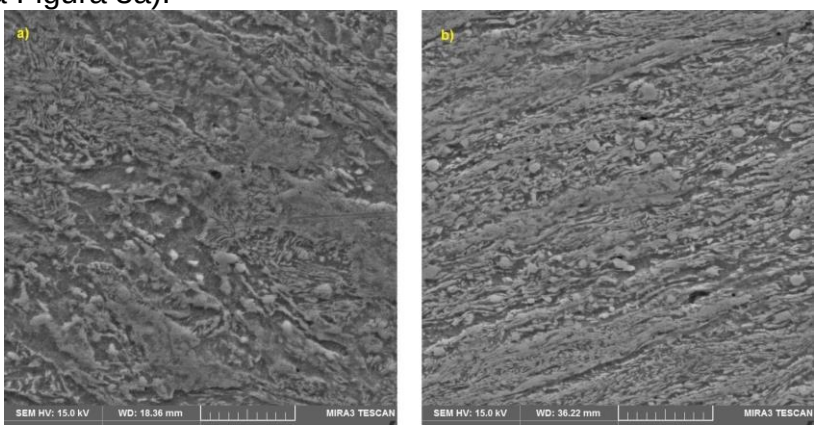


Figura 3 – Fotomicrografia obtida por FEG da seção superficial das amostras do aço eutetóide com tratamento térmico. Ataque com Nital 2%. A Figura a) e b) representam as amostras processadas por ECA com 1 e 4 passes, respectivamente.

Com relação ao aumento da dureza, Figura 4, estes valores podem ser associados ao encruamento sofrido pelo material, pois ao passar repetidamente a amostra pela matriz há um refinamento de grão, assim gerando um aumento da resistência mecânica do material. Com relação aos valores obtidos, a amostra eutética laminada 84% apresentou um valor inferior com relação as amostras Patenteadas e processadas por ECA e, conforme aumentou-se os passes os valores de Durezas eram crescentes atingindo um valor de 430 HV para quatro passes.

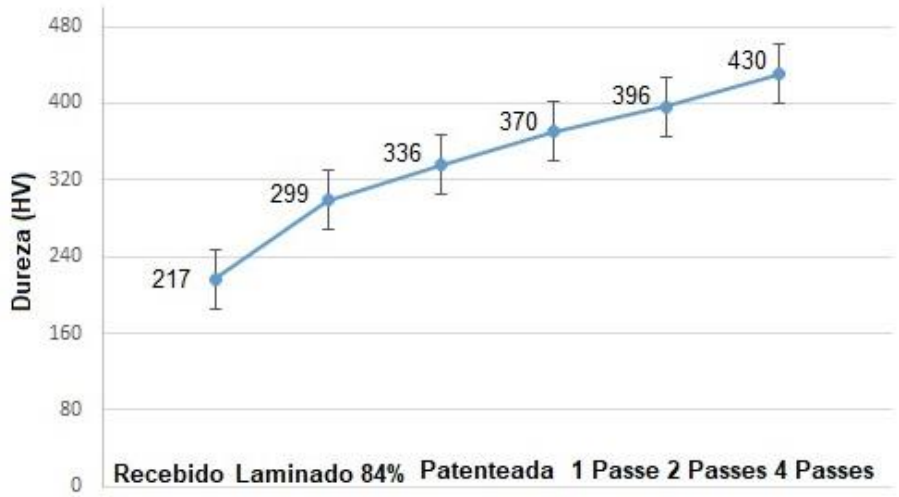


Figura 4 – Valores de Dureza para diferentes amostras.

Conclusões

Para o processamento em ECA, verificou-se elevados valores de tensão durante os passes das amostras patenteadas, atingindo valores da ordem de 2,6 GPa, aproximadamente, para 4 passes. Em relação aos valores de dureza obtidos, o aço eutetóide tratado termicamente atingiu valores mais elevados devido ao refinamento das lamelas em comparação a amostra laminada 84%.

Com relação ao número de passes, houve um aumento de dureza o qual está associado ao encruamento do material atingindo um valor de 430 HV para quatro passes. Notaram-se grandes alterações na morfologia das microestruturas.

Agradecimentos

À Fundação Araucária pelo fornecimento da bolsa; ao Orientador Osvaldo M. Cintho pelo auxilio durante o projeto.

Referências

1. VALIEV, R. Z., & LANGDON, T.G. Principles of Equal-Channel Angular Pressing as a Porcessing Toll for Grain Refinement. **Progress in Materials Science**, 51(7), p. 881-981, 2006.

2. SHIN, D. H.; PAK, J. J.; KIM, Y. K.; PARK, K. T.; KIM, Y.S. Effect of pressing temperature on microstructure and tensile behavior of low carbono steels processed bye qual channel angular pressing. **Materials Science and Engineering** A323 (2002) 409–415.

3. FUKUDA, Y., OH-ISHI, K., HORITA, Z., LANGDON, T. G. Processing of a lowcarbon steel by equal channel angular pressing. Acta Materiallia 50, 1359-1368, 2002.

4. LANGDON, T.G., FURUKAWA, M., NEMOTO, M., HORITA, Z. Using equalchannel angular pressing for refining grain size. **Journal of the Minerals, Metals and Materials Society**, 52, (4), p. 30-33.

5. HYZAK, J.M.; BERNSTEIN, I.M. The Role of Microstructure on the Strength and Toughness of Fully Pearlitic Steels. **Metallurgical Transactions A**, Vol 7A, 1976, p 1217–1224.