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

Yasmim Caroline Brito (BIC/PROVIC), Osvaldo Mitusuyuki Cintho (Orientador), e-mail: omcintho@uepg.br.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

ÁREA: Engenharia de Materiais e Metalúrgica
SUBÁREA: 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, para o procedimento utilizou-se a 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, a qual se aplica um penetrador de diamante nas superfícies das amostras, este possui formato de pirâmide quadrada com carga de um kgf.

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.

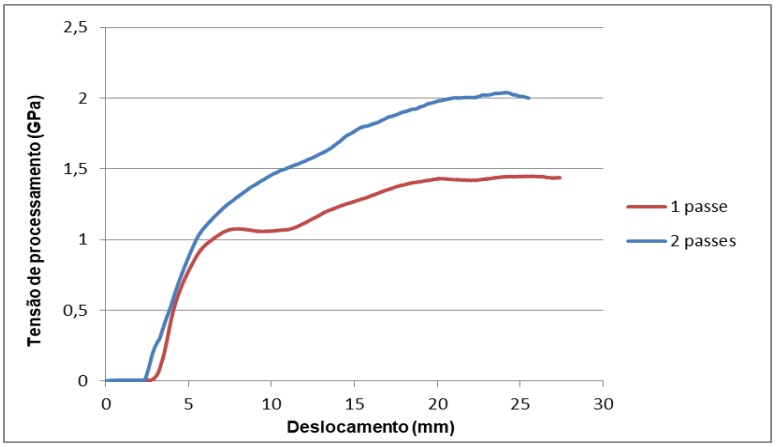
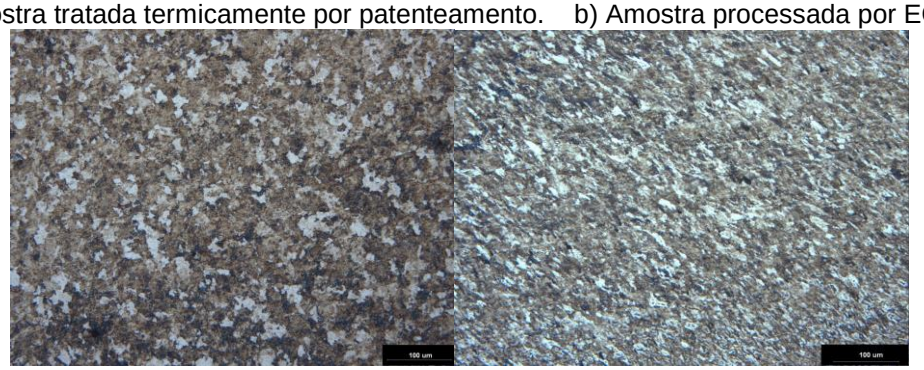


Figura 1 – Tensão máxima (Gpa) na extrusão por ECA em função do deslocamento (mm).
Fonte: A autora.

A amostra submetida a dois passes atingiu uma tensão de aproximadamente 2 GPa, devido à resistência mecânica o qual é composto por perlitas finas. Em relação ao primeiro passe a força de aplicação aumentou em função do encruamento obtido pelo numero de passes na matriz.

As análises metalográfica das amostras processadas por ECA apresentaram variação morfológica devido à deformação e estão representadas nas figuras 2.

a) Amostra tratada termicamente por patenteamento. b) Amostra processada por ECA - 1 Passe.



c) Amostra processada por ECA - 2 Passes. d) Amostra processada por ECA - 4 Passes.

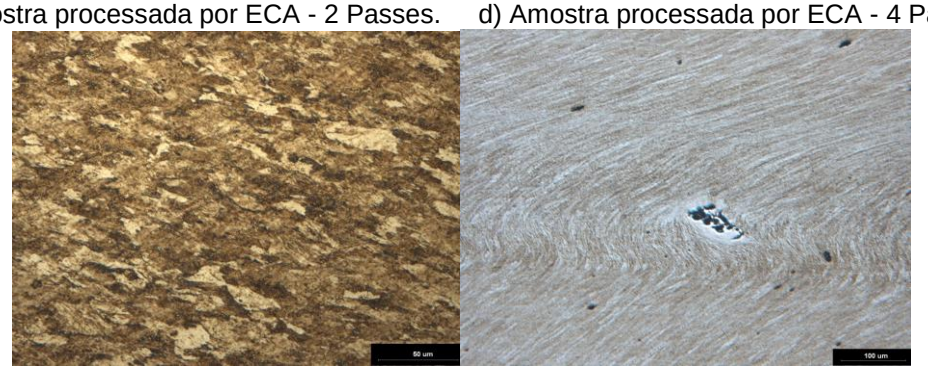


Figura 2 – Fotomicrografia em microscopia óptica da seção superficial das amostras do aço eutetóide com tratamento térmico. Ataque em Nital 2%.
Fonte: A autora.

Com relação ao aumento da dureza, figura 3, 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.

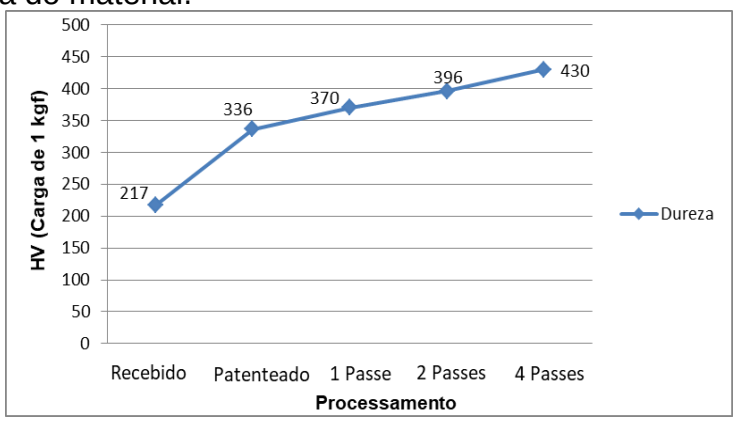


Figura 3 – Gráfico em relação da dureza em diferentes amostras.

Fonte: A autora.

CONCLUSÕES

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

Com relação ao número de passes, houve um aumento de dureza o qual está associado ao encruamento do material. Notaram-se grandes alterações na morfologia nas microestruturas.

AGRADECIMENTOS

Ao Orientador Osvaldo Mitsuyuki Cintho, ao Programa voluntário de iniciação cientifica/UEPG (PROVIC).

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 low-carbon steel by equal channel angular pressing**. Acta Materiallia 50, 1359-1368, 2002.

4. LANGDON, T.G., FURUKAWA, M., NEMOTO, M., HORITA, Z. **Using equal-channel 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.