OBTENÇÃO DE AÇOS INOXIDÁVEIS A BASE FeMnAl POR MEIO DE EXTRUSÃO EM CANAL ANGULAR A PARTIR DE PÓS ELEMENTARES

Ana Carolina Krapp Ferreira (PROVIC /UEPG), Osvaldo Mitsuyuki Cintho (Orientador), e-mail: omcintho@uepg.br.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

Grande Área: 3.00.00.00-9 Engenharias
Área do Conhecimento: 3.03.00.00-2 Engenharia de Materiais e Metalúrgica
Subárea: 3.03.04.00-8 Metalurgia Física

Palavras-chave: Extrusão em Canal Angular, Aço inoxidável FeMnAl, Deformação Plástica Severa.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo a obtenção de uma liga mecânica (mechanical alloying) do aço inoxidável de sistema FeMnAl a partir da extrusão por canal angular (ECA). A partir de pós elementares com elevado grau de pureza, obteve-se a mistura, de proporção: 60% Fe, 25% Mn, 15% Al. Duas amostras forma preparadas, sendo com um e dois passes pelo canal de 120°, utilizando a rota de passe A. O corte foi realizado no sentido da extrusão para observar o comportamento das partículas no plano de deslizamento. As faces expostas foram lixadas e posteriormente polidas. A partir da micrografia notou-se que a porosidade é inversamente proporcional a quantidade de passes. Independentemente do número de passes o manganês não apresentou deformações significativas. Posteriormente, serão realizados processos térmicos afim da obtenção de uma liga.

Introdução

Novas pesquisas vêm sendo realizadas visando a diminuição de custos do aço inoxidável convencional FeNiCr. A partir da década de 60 iniciaram-se estudos dos aços inoxidáveis de sistema FeMnAl, notou-se que as propriedades são semelhantes ao do sistema convencional, e, além disso, há uma diminuição de custos devido à maior quantidade e fácil extração do manganês e do alumínio. Neste sistema o níquel é substituído pelo manganês e o cromo pelo alumínio (1).

Em sua maioria o processo de fabricação do aço inoxidável é feito por fundição. Uma técnica alternativa para produção de aços e ligas é o processo por moagem de alta energia (MAE), que permite a produção de materiais homogêneos a partir de pós elementares com microestrutura controlada (2). As ligas são formadas pela repetição de processos de soldagem e fratura da mistura de partículas de pó, por meio do impacto de corpos moedores com alta energia cinética. Durante a moagem, uma grande deformação é introduzida nas partículas, gerando um grande aumento na densidade de defeitos cristalinos que podem atuar como sítios de recristalização permitindo refino microestrutural. A MAE é um processo de elaboração mecânica de ligas, ao longo do processamento é necessário o cuidado com efeitos da oxidação superficial das partículas.

As nanoestruturas têm ganhado grande atenção, pois oferecem melhoramento nas propriedades do material. As partículas do metal são cobertas por uma camada de óxido o que dificulta a ligação entre elas, porem com a deformação imposta durante a passagem pelo canal ocorre a fratura da camada de óxido, deixando a superfície

das partículas exposta, permitindo a formação de uma interface metal-metal que incorpora os pequenos fragmentos de óxido a matriz. Durante a passagem do material pelo canal, a deformação plástica das partículas preenche os espaços entre as partículas, resultando em um material com alta densificação. Isso revela que não é necessária a difusão para que haja ligação entre as partículas, por isso o processamento pode ocorrer em baixas temperaturas, pois a ligação ocorre a medida que as partículas vão sofrendo deformação, entre tanto, para futuras aplicações são necessários tratamentos térmicos após a consolidação (3).
Quando um compacto de partículas está sujeito a cisalhamento, as partículas podem mudar de forma plasticamente, levando a ligação das partículas eliminando as porosidades entre elas ou deslizarem uma sobre as outras, onde não ocorre a quebra dos óxidos, ou seja, não há uma ligação substancial e há a formação de poros residuais. A deformação ou deslizamento ocorrerá de acordo com as propriedades da partícula, se a partícula for macia e com alta resistência ao deslizamento, sofrerá deformação, porem se a partícula for dura e com baixa resistência ao deslizamento, sofrerá pouca ou nenhuma deformação. Partículas de tamanho e formas irregulares dificultam o deslizamento entre as partículas (3).
Na extrusão em canal angular o cisalhamento ocorre quando as partículas entram na zona de deformação e a consolidação total é obtida após terem passado da região de cisalhamento. Sabe-se também que a deformação plástica severa é eficiente para o refino de grão, em particular no processo de extrusão em canal angular (3).

Materiais e Métodos

A consolidação foi realizada com uma mistura de pós elementares de ferro, manganês e alumínio (60% Fe, 25% Mn, 15% Al, em massa). A pureza dos pós foi obtida por fluorescência de raios x, sendo estes comercialmente puros.
A partir de tal pureza e da área da seção transversal do canal, calculou-se a massa de pós necessária para a obtenção de uma amostra com as dimensões desejadas; assim, realizou-se a pesagem dos pós e sua devida homogeneização por agitação mecânica.
Com a matriz aberta foi colocado um punção de aço ferramenta, zerando a máquina de ensaios, em seguida foi colocado um pequeno tarugo de aço AISI 1045, fechou-se a matriz e iniciou-se o ensaio na máquina Shimadzu Autograph-ll com capacidade de 300kN. Quando a máquina atingiu o zero estipulado, foi retirada a matriz da máquina e retirado também o punção. Em seguida, despejou-se o pó no interior do canal, levou-se a matriz novamente a máquina. Ao terminar o processo, a matriz foi retirada da máquina. Para retirar a amostra da matriz, um segundo pequeno tarugo de AISI 1045 foi pressionado para que a amostra consolidada pudesse ser empurrada pelo canal. A consolidação foi feita em temperatura ambiente. Obtiveram-se duas amostras utilizando a rota de passe A, sendo uma com somente um passe e a outra com dois.
Para a análise das amostras obtidas, ambas as amostras foram cortadas no sentido da extrusão para observar o comportamento das partículas no plano de cisalhamento. Após o corte, uma preparação metalográfica padrão foi realizada, com lixas 400, 600, 1200 e 1500 mesh, e polimento com pasta diamantada 1 µm e 0,3 µm. Imagens foram obtidas por meio de microscopia ótica.

Resultados e Discussão

A geometria da partícula é de essencial importância, ela indica a ocorrência de deslizamento ou cisalhamento entre estas. O cisalhamento é favorecido quando o tamanho de partícula é maior, a geometria é irregular, a fricção de superfície é alta, entre outras características. Já o deslizamento é beneficiado quando as partículas são pequenas, esféricas, com baixa fricção de superfície, entre outras.
A amostra de ferro possui partículas aglomeradas de geometria irregular. Já a partícula de manganês apresenta geometria angular devido ao processo de desintegração mecânica (moagem) para obtenção do pó. E, por fim, o alumínio contêm partículas de geometria arredondada.
A partir da microscopia óptica, percebeu-se que as partículas de alumínio e ferro sofreram deformação de tal modo que ficaram orientadas, porem as partículas de manganês ficaram quase intactas, não sofrendo deformação significativa. Isso ocorre devido as características da partícula, como forma, tamanho, dureza e geometria.
Os gráficos indicam a tensão aplicada durante o deslocamento da amostra no canal (um passe) e a amostra com dois passes:

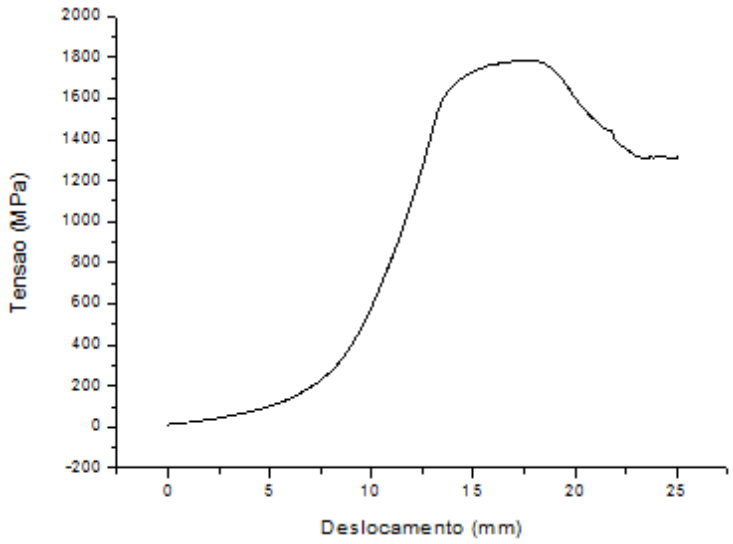


Figura 1 – Gráfico Tensão X Deslocamento, passe1

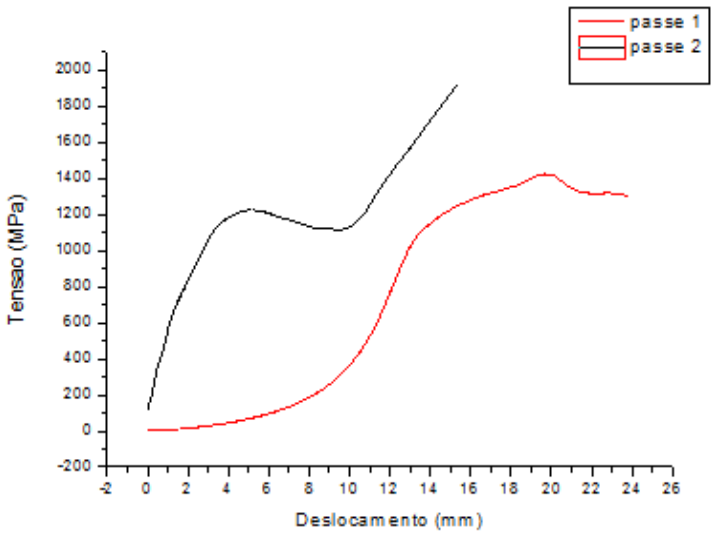


Figura 2 – Gráfico Tensão X Deslocamento, passe1,2

O primeiro comportamento do gráfico indica a acomodação dos pós, seguido pela compactação. Com a compactação completa, ocorre o início da deformação, sendo esta mais severa durante a passagem no canal, onde ocorre a ligação das partículas, devido ao cisalhamento. Já a queda na tensão ocorre ao final da passagem pelo canal angular.

No gráfico da amostra com dois passes a tensão aplicada para a primeira passagem do pó pela matriz foi maior, podendo ser causada por diferentes condições de aperto, diferentes quantidades de pó, entre outros.

A tensão aplicada durante o segundo passe foi maior, como consta no gráfico, uma vez que a amostra esta solidificada e apresenta maior resistência a passagem na matriz. Ao sair do estado inercial a tensão diminui, porem com a entrada da amostra no canal há um aumento novamente.

A partir das imagens da microscopia óptica, observou-se uma redução de porosidade na amostra.

Porosidade:

Passe 1: 5,76± 0,39; Consolidação de 94,24%

Passe 2: 3,94± 0,52; Consolidação de 96,06%

Ambas amostras tiveram alta porcentagem de consolidação. Percebe-se que com o aumento de passes há uma redução no tamanho das partículas.

Conclusões

A obtenção mecânica de uma liga não foi atingida, pois durante a extrusão em canal angular não ocorreu a difusão dos átomos, somente a ligação entre as partículas. Porém quando comparada a moagem de alta energia, a extrusão em canal angular apresenta potencial de obter amostras com menor porosidade.

Dando sequência a pesquisa, serão realizados tratamentos térmicos na amostra já obtida a fim da obtenção de uma liga.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus que me guiou até aqui.

Ao Prof. Dr. Osvaldo Mitsuyuki Cintho, pela oportunidade, ensinamentos, paciência e confiança.

Ao Ricardo Sanson Namur pela amizade, paciência, disponibilidade e pela instrução.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Referências

1 Cintho, O.M; Sordi V. L; Bueno, L.O. **Processamento e caracterização de uma chapa fina de aço FEMNAL para estampagem**, Anais do 8° CBECIMAT, UNICAMP, SP, Dezembro de 1988;

2 Moinhos C., **Obtenção do Aço Inoxidável Dúplex Fe-19, 5Cr-5Ni Utilizando Moagem de Alta Energia**, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais – UEPG);

3 Xia, K. **Consolidation of Particles by Severe Plastic Deformation: Mechanism and Applications in Processing Bulk Ultrafine and Nanostructured Alloys and Composites.** Artigo Científico, 2010.