

**INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NA MACROESTRUTURA E
MICROESTRUTURA DE UMA LIGA AL-0,35%SI-0,40%MG SOLIDIFICADA
ATRAVÉS DO PROCESSO SQUEEZE CASTING.**

Bernardo, R.M.(1); de Lima, D.F.(1); Filho, R.M.(1); de Siqueira Filho, C.A.(1);
Araujo Filho, F.T.(1); (1) UFPB;

Resumo

Squeeze Casting é um processo de fundição no qual determinado metal no estado líquido é vazado em um molde metálico fechado por punção e solidificação por pressão. Este processo traz vantagens significativas à liga, como bom acabamento superficial, menos desperdício de material, menor quantidade de poros, geralmente as peças que passam por este processo possuem granulação mais fina, além do processo consumir menos energia. O presente trabalho tem como objetivo analisar a influencia da pressão na macroestrutura e microestrutura final da liga. Para isso foi adotada a composição Al-0,35%Si-0,40%Mg em massa, solidificadas através do processo squeeze casting utilizando pressões de 0 MPa, 50 MPa, 100 MPa e 150 MPa, com o tempo de prensagem de 5 segundos. Observa-se que com o aumento da pressão tanto a macroestrutura quanto a microestrutura sofrem redução no tamanho dos grãos, bem como no espaçamento dendrítico secundário.

Palavra chave: Squeeze Casting, Microestrutura, Pressão, Solidificação.

INTRODUÇÃO

A fundição é considerada uma tecnologia milenar, sendo hoje um dos processos mais utilizados na produção de componentes metálicos, para um vasto campo de aplicações. Calcula-se que cerca de 90% de todos os utensílios, equipamentos e ferramentas existentes incorporam peças fundidas.⁽¹⁾

Atualmente existem diversos processos diferentes para se obter uma peça fundida, cada um com suas características e potencialidades. No entanto, os requisitos tradicionais exigidos pela indústria já não são suficientes. O desenvolvimento tecnológico que as indústrias vem passando nos últimos anos, leva a procura de fundidos cada vez mais leves, com capacidade de utilização imediata, mais perfeitos e sem necessidade de tantas operações de acabamento posteriores.⁽³⁾

Um processo que apresenta todas as características acima é o squeeze casting. Nesta técnica o metal líquido é colocado em um molde e submetido a uma pressão permanente, aplicada através de uma prensa hidráulica, até a solidificação completa.^(2,3)

A elevada pressão utilizada no processo, faz com que ocorra uma redução no grau de microsegregações e uma microestrutura refinada, o que resultam numa melhora das propriedades mecânicas, em geral. Além disto, peças solidificadas por meio desta técnica apresentam soldabilidade superior, melhor acabamento de superfície, melhora na condutividade elétrica e também apresentam melhores respostas ao tratamento térmico. A técnica é econômica, simples e possui grande potencial para automatização e altas taxas de produção.^(2,4)

A produção de ligas teve um aumento, significativo, a partir do século XX devido a maior demanda mundial por produtos ferrosos e não ferrosos. As ligas de alumínio são amplamente utilizadas e dentre os não ferrosos são as mais produzidas, seguidas pelas ligas de cobre, magnésio e zinco, facilmente produzidas pela técnica squeeze casting. Recentemente, esta técnica tem sido muito estudada para uso na fabricação de compósitos de matriz metálica, especialmente ligas de alumínio, cobre, magnésio, zinco e silício.^(5,6)

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo analisar a influência da pressão na macroestrutura e microestrutura da liga Al-0,35%Si-0,40%Mg, solidificadas através do processo squeeze casting.

MATERIAIS E METODOS

Confecção das Liga.

As ligas foram elaboradas com proporção relativa a composição Al-0,35%Si-0,40%Mg, com porcentagem em massa Tanto alumínio, o silício e o magnésio utilizados foram metais puramente comerciais. Todos foram cortados na serra de fita SBS 1018-S da AGRA e pesados na balança SHIMADZU modelo UX6200H. Após a pesagem o material foi depositado em um cadinho de carbeto de silício (Figura 1) revestido por uma camada protetora de alumina, com intuito de evitar a contaminação no banho de metal líquido.



Figura 1. Cadinho de Carbeto de Silício

O forno utilizado foi do tipo mufla, fabricado pela Fornos Jung modelo 4213 (Figura 2), aquecido por um gerador com resistência de saída de 6 kW. A liga foi vazada a uma temperatura de 10% da TI (Temperatura *liquidus* de 656,20 °C), sendo assim a Tv (temperatura de vazamento) foi de 722 °C, a temperatura foi monitorada por um termopar do tipo K.



Figura 2. Forno tipo mufla.

Atingida a T_v a liga foi vazada numa lingoteira de aço 1020 (Figura 3). Os que lingotes solidificados pelo processo Squeeze Casting tiveram tempo de prensagem de 5 segundos. No processo Squeeze casting foi utilizado uma prensa eletro hidraulica (Figura 4) com capacidade de 60 T e as pressões variaram de 0 MPa, 50 MPa, 100 MPa e 150 MPa.



Figura 3. Lingoteira de aço 1020



Figura 4. Prensa eletrohidraulico

Análise da Macroestrutura

Após solidificação os 4 lingotes foram cortados ao meio longitudinalmente. Metade de cada lingote foi utilizado para a caracterização macroestrutural. Após o corte, foi realizado o lixamento mecânico, refrigerado a água, das amostras. As lixas foram utilizadas na sequência de 100, 220, 320, 400 e 600 mesh, com variação de 90° de uma lixa para outra.

Para revelar a macroestrutura foi utilizado o ataque químico com o reagente keller⁷, solução de 10 ml de ácido fluorídrico, 15 ml de ácido clorídrico, 25ml de ácido nítrico e 50ml de água destilada, com tempo de permanência de 30 segundos.

Análise da Microestrutura

Na análise microestrutural as outras 4 metades dos lingotes foram seccionadas em 4 partes latitudinais com sentido da base para o topo do lingote.

Após cortados as peças passaram pelo lixamento mecânico refrigerado a água. As lixas utilizadas foram de 100, 220, 320, 400, 600, 800, 1000 e 1200 mesh, tendo variação de 90° de uma lixa para outra. Em seguida as peças foram polidas em uma politriz modelo PLF (Figura 5), utilizando álcool etílico 92% e pasta de diamante 3µm.



Figura 5. Politriz Modelo PLF

Para revelar a microestrutura foi utilizado o ataque químico com reagente 10% de HF, uma solução de 10 ml de ácido fluorídrico e 90 ml de água destilada, com tempo de permanência de 3 minutos.

As peças foram analisadas no microscópio modelo BX41RF-LED da OLYMPUS CORPORATION que conectado ao computador permitiu a medição dos espaçamentos dendríticos secundários através do programa AnalySIS Imager⁽⁹⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Macroestrutura

A Figura 6 (a, b, c, d) apresenta a macroestrutura da liga Al-0,35%Si-0,40%Mg produzida pelo processo squeeze casting. Pode-se observar em todos os lingotes ocorreu um comportamento de estrutura colunar nas paredes mudando para estrutura equiaxial conforme aproxima-se do centro.

Para o lingote sem pressão observou-se a presença de grãos de maiores dimensões. Conforme a aplicação da pressão os grãos diminuíram. Nota-se uma diminuição significativa do tamanho dos grãos do lingote sem pressão para o lingote solidificado a 50 MPa. A partir deste o aumento se dá de forma menos acentuada e mais gradativa.



Figura 6 a, b, c, d, respectivamente. Liga Al-0,35%Si-0,40%Mg solidificadas a 0 Mpa, 50 MPa, 100 MPa e 150 MPa, nesta ordem.

Microestrutura

No gráfico a seguir (Figura 7) é referente a liga Al-0,35%Si-0,40%Mg solidificada à 0 MPa, 50 MPa, 100 MPa e 150 MPa. Observou-se uma diminuição no espaçamento dendritico secundario de acordo com o aumento da pressão. Durante o processo de solidificação o aumento da pressão gera uma taxa de transferência de calor mais elevada, condicionando a diminuição do tamanho dos grãos e conseqüentemente um menor espaçamento dendritico secundário.⁸

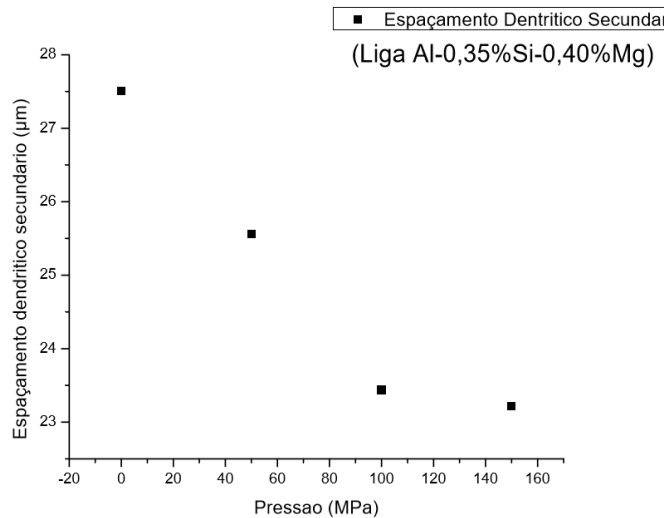


Figura 7- Gráfico da evolução do espaçamento dendritico secundario com o aumento da pressão na liga Al-0,35%Si-0,40%Mg.

A Tabela 1 mostra a relação entre a variação da pressão e o espaçamento dendritico secundario da liga Al-0,35%Si-0,40%Mg. Na amostra solidificada sem pressão obteve-se um espaçamento de 27,51 µm quando na amostra solidificada a 150 MPa o espaçamento foi de 23,22 µm. Verificando assim que a pressão exerceu influencia na diminuição do espaçamento dendritico secundário.

Tabela 1: Espaçamento dendritico secundário em função da pressão na liga Al-0,35%Si-0,40%Mg.

| Pressão (MPa) | Espaçamento (µm) |
|---------------|------------------|
| 0 | 27,51 |
| 50 | 25,56 |
| 100 | 23,44 |
| 150 | 23,22 |

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi estudada a influência da pressão na macroestrutura e microestrutura para a liga Al-0,35%-0,40%Mg solidificadas pelo processo squeeze casting. De acordo com os resultados apresentados no item anterior pode-se tomar as seguintes conclusões:

Macroestrutura

Na macroestrutura constatou-se um aumento no tamanho dos grãos em relação ao aumento da pressão. Ainda foi possível verificar que em todas as pressões houve uma mudança de grãos colunares para grãos equiaxiais a medida que se afastava da parede do lingote.

Microestrutura

Verificou-se uma diminuição dos grãos em função do aumento da pressão. Sendo que a amostra solidificada a 0 MPa apresentou um espaçamento de 27,51µm em comparação a amostra solidificada a 150 Mpa apresentou um espaçamento de 23,22 µm. Evidenciando a influência da pressão na microestrutura para a liga estudada.

REFERENCIAS

- (1) Ferreira, J. M. G. de C., Tecnologia da Fundição, Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 505-516, 1999.
- (2) E. Hajjari; M. Divandari. An investigation on the microstructure and tensile properties of direct squeeze cast and gravity die cast 2024 wrought Al alloy.
- (3) HU H. Squeeze castings of magnesium alloys and their composites. J Mater Sci 33, pp. 1579-1586, 1998.
- (4) Abou El-Khair MT. Microsegregation and improved methods of squeeze casting 2024 aluminium alloy. J Mater Sci Technol 2003.
- (5) Rohatgi, P., Cast Metal-Matrix Composites – squeeze casting, IN.: American Society for Metals: ASM Handbook, vol 15, “Casting”, 9a edition, pp. 840-842, 1988.
- (6) DORCIC, J. L, VERMA, S. K., Squeeze Casting, IN.: American Society for Metals: ASM Handbook, vol 15, “Casting”, 9a edition, pp. 323-327, 1988.
- (7) http://www.spectru.com.br/reagentes_macrografia.pdf.
- (8) HAJJARI et. al. Microstructure Characteristics and Mechanical Properties of Al 413/Mg Joint in Compound Casting Process, 2008.
- (9) <http://www.olympus-ims.com/en/microscope/software/>

**INFLUENCES OF PRESSURE IN MACROSTRUCTURE AND
MICROSTRUCTURE AN ALLOY AL-SI 0.35% 0.40% MG SOLIDIFIED
THROUGH PROCESS SQUEEZE CASTING.**

Abstract

Squeeze casting is a casting process in which certain metal in liquid state is poured into a metal mold closed off by punch and solidification pressure. This process brings significant advantages to the league, as good surface finish, less material waste, less pores, usually the parts that go through this process have more fine-grained, in addition to the process consume less energy. This study aims to analyze the influence of pressure on the macro-structure and final microstructure of the alloy. To this was adopted Al-0.35% Si-0.40% Mg composition by mass solidified by squeeze casting process using pressures of 0 MPa, 50 MPa, 100 MPa and 150 MPa, the pressing time of 5 seconds. It is observed that with increasing pressure both macrostructure as the microstructure undergo a reduction in size of the grains and the secondary dendrite spacing.

Keyword: Squeeze Casting, Microstructure, Pressure, Solidification.