

FABRICAÇÃO DE PEÇAS MINIATURIZADAS POR MOLDAGEM POR INJEÇÃO EM MOLDES NÃO-METÁLICOS

Salmoria, G. V., gsalmoria@cimject.ufsc.br¹
Ferreira, P. Z. R., pedro@cimject.ufsc.br¹
Klauss, P. , pklauss@cimject.ufsc.br¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório CIMJECT, Florianópolis - SC – Brasil, CEP 88040-900

resumo: estudos foram realizados em um molde híbrido utilizando um inserto em acrílico e uma matriz em compósito epóxi/alumínio. O molde de foi projetado em software de CAD com quatro cavidades sendo elas das seguintes dimensões: 200µm, 300µm, 400µm e 500µm. Após a finalização do projeto do molde foi realizada a simulação de injeção usando o software Moldflow para definição dos parâmetros de processo. Os resultados, da simulação, mostraram que o preenchimento das peças não seria possível e que a pressão seria distribuída igualmente nas cavidades. O molde de foi fabricado por usinagem do inserto em acrílico e vazamento da parte compósito. Pinos extratores foram colocados entre as cavidades minimizando esforços de extração nas peças. Para a moldagem por injeção, os parâmetros de injeção foram ajustados pelo método Short Shot. A moldagem por injeção dos dois polímeros foi realizada com sucesso. O molde não apresentou nenhum tipo de falha durante os experimentos, houve apenas um pequeno desgaste nos cantos em que os canais se cruzam. O experimento mostrou que é possível produzir micro-peças utilizando os equipamentos propostos. A simulação da injeção é de grande utilidade, mas não é 100% segura já que indicou que as peças não seriam preenchidas o que não é verdade. O segundo experimento foi realizado com o polipropileno de menor fluidez, e mostrou ser possível injetar as micro-peças com polímeros tradicionais o que diminui o custo de produção.

Palavras-chave: Miniaturização, moldagem por injeção, moldes não-metálicos

1. INTRODUÇÃO

A utilização de Micro-sistemas e micro-componentes tende a aumentar muito neste milênio nos mais diversos campos, tais como: medicina, biotecnologia, tecnologias de comunicação, micro-motores entre outros. O sucesso desta tecnologia depende do barateamento do processo de fabricação em larga escala, assim como o aumento dos materiais e tecnologias de processamento (Salmoria, 2008^a). Alguns autores definem micro-injeção como: o processo de moldagem por injeção pelo qual são fabricadas peças com apenas alguns poucos mg e com dimensões e tolerância na casa do µm. A produção de peças com dimensões reduzidas (< 500 µm) é um desafio existente na utilização de moldes não-metálicos em injetoras de grande porte. Técnicas de fabricação rápida como esterolitografia e vazamento de compósitos apresentam limitações para a fabricação de moldes para peças miniaturizadas devido às características térmicas, mecânicas e químicas dos materiais empregados no molde (Salmoria, 2008^b; Salmoria, 2004, Salmoria, 2005^{a,b} e Salmoria 2007). Neste trabalho estudos foram feito em um molde híbrido utilizando um inserto em acrílico e uma matriz em compósito epóxi/alumínio.

2. MATERIALS E METODOS

2.1 Experimental

Em um estudo inicial produziu-se peças de geometrias simples, utilizando apenas os equipamentos disponíveis no laboratório. Em sua infra-estrutura o laboratório conta com uma injetora ARBURG ALLROUNDER 320S 50T (em parceria com o LabMat), uma fresadora Power ZX50FC/CS 30/25, um equipamento de estereolitografia 3DSystem SLA-250/30A e equipamentos pra o processo de vazamento. O equipamento de estereolitografia não consegue produzir

peças com dimensões tão reduzidas. O processo de casting necessita de modelos que geralmente são produzidos por estereolitografia. Sendo assim, decidiu-se fazer um molde por usinagem e usá-lo para injetar estas micro-peças.

Foi realizada uma pesquisa para se conhecer quais as menores ferramentas de usinagem disponíveis e com custo reduzido. Após esta pesquisa descobriu-se que a menor ferramenta disponível e com custo acessível, eram brocas com 200 µm. Decidiu-se então usinar um molde de epóxi/acrílico com quatro cavidades sendo elas das seguintes dimensões: 200µm, 300µm, 400µm e 500µm. O epóxi foi utilizado pois trata-se do material usualmente empregado na produção de moldes rápidos fabricados no Cimject. Já o acrílico foi utilizado devido a estudos futuros.

2.1.1 Modelagem em CAD

Depois de decidido o número e tamanho das cavidades deu-se início a processo de projeto do molde. Para realização desta tarefa foi utilizado o software de CAD SolidWorks. Durante a modelagem deparou-se com uma questão, como seria feita a extração das peças. Decidiu-se colocar pinos extratores entre as peças, pois esta era a única forma de não causar nenhum esforço nas peças. Foi feito um poço frio para evitar que a frente do material injetado, que é mais fria, causasse danos ao molde. Para que fosse possível fazer uma simulação da injeção a peça também foi modelada. A forma final do molde e a peça estão representadas na Fig. (1).

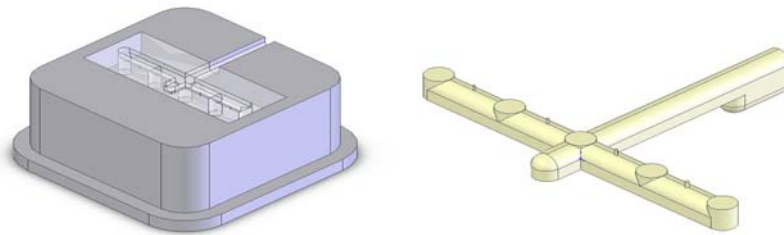


Figura 1. Molde e peças.

2.1.2 Simulação

Após a finalização do projeto do molde foi realizada a simulação de injeção usando o software Moldflow. Esta simulação ajuda a revelar problemas de projeto do molde e a ajustar parâmetros de processo.

Os resultados de simulação mostraram que o preenchimento das peças não seria completo e que a pressão seria baixa e igualmente distribuída em todo o molde, Fig. (2).

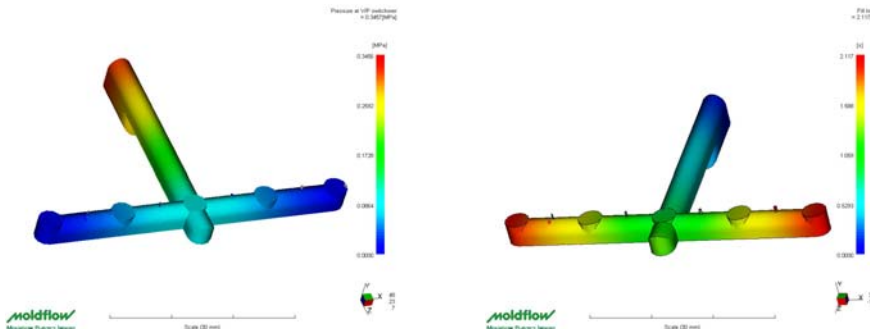


Figura 2. a) Perfil de pressão no molde. b) Tempo de preenchimento.

2.1.3 Produção do molde

O primeiro passo foi usinar parcialmente a chapa de acrílico. Esta foi utilizada como inserto fixo, onde as cavidades foram posteriormente usinadas. Este inserto foi usado para confeccionar um molde por vazamento de resina epóxi RenCast 436 da Huntsman.

Na Figura (3) está representado esquematicamente o procedimento para produção do moldes por vazamento. O primeiro passo, para construção do molde, foi preparar a caixa de vazamento. Para isso foi impresso um desenho em tamanho real da vista superior do molde e este desenho foi colocado sob uma placa de vidro. Em cima da placa o inserto de acrílico e a caixa de moldagem foram colados em suas posições. A resina foi misturada em vácuo e posteriormente vazada. Em seguida o molde foi pós-curado, estando assim próximo para o próximo passo de produção.

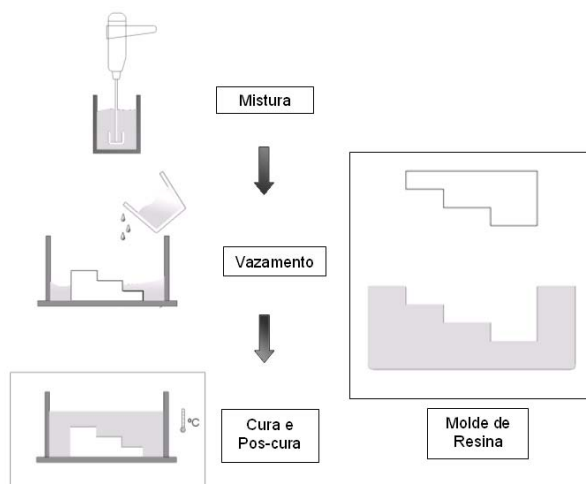


Figura 3. Esquema de construção de moldes por vazamento.

O passo seguinte foi o procedimento de usinagem das cavidades. Para realização desta etapa buscou-se informações sobre usinagem de acrílico e encontrou-se apenas uma recomendação: alta velocidade de corte. A Figura (4) mostra o molde finalizado.



Figura 4. Molde após a usinagem.

2.1.4 Processo de Injeção

Para a realização do experimento de injeção foi escolhido um polímero de alta fluidez. Neste caso, o copolímero de propeno e eteno CP191 da Braskem que possui índice de fluidez de 80g/10min.

Os parâmetros de injeção foram ajustados pelo método *Short Shot*. Para realizar esta metodologia ajusta-se a pressão, o tempo de injeção e a velocidade de injeção em um alto valor, para que estas não sejam um limitante. Posteriormente vai-se aumentando a dosagem de material até que a peça esteja 95% preenchida. O próximo passo é ajustar a velocidade e pressão de injeção. Após o ajuste destes parâmetros aumenta-se a dosagem até que haja colchão (sobra de material na rosca) de material. Em seguida ajusta-se a pressão de recalque em um valor cerca de 50% da pressão de injeção.

Em seguida injetou-se um outro polipropileno copolímero, o RP 340T da Polibrasil, com índice de fluidez de 50g/10min.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização do experimento de injeção foi escolhido um polímero de alta fluidez, o copolímero de propeno e eteno CP191 da Braskem. Este copolímero possui índice de fluidez de 80g/10min. Foi também simulado polímero polipropileno copolímero, o RP 340T da Polibrasil, com índice de fluidez de 50g/10min. Os resultados, da simulação, mostraram que o preenchimento das peças não seria possível e que a pressão seria distribuída igualmente nas cavidades. O molde de foi fabricado por usinagem do inserto em acrílico e vazamento da parte compósito. Pinos extratores foram colocados entre as cavidades minimizando esforços de extração nas peças. Para a moldagem por injeção, os parâmetros de injeção foram ajustados pelo método *Short Shot*. A moldagem por injeção dos dois polímeros foi realizada com sucesso. O molde não apresentou nenhum tipo de falha durante os experimentos, houve apenas um pequeno desgaste nos cantos em que os canais se cruzam. O experimento mostrou que é possível produzir micro-peças utilizando os equipamentos propostos.

4. CONCLUSÃO

O experimento mostrou que é possível produzir micro-peças utilizando os equipamentos disponíveis na infraestrutura do laboratório. Isto possibilita que os estudos relacionados a área de micro-injeção continuem a ser realizados no Cimject. O primeiro polímero injetado (CP191) foi escolhido por ter alta fluidez, o que facilitaria o preenchimento das micro-peças. Inicialmente acreditava-se que as peças não seriam preenchidas, mas o experimento provou o contrário. Fora injetadas várias peças e todas foram completamente preenchidas. Como o primeiro experimento obteve sucesso, foi realizada uma segunda tentativa com um polímero com índice de fluidez mais baixo. Esta tentativa também obteve sucesso. Foram injetadas novamente várias peças. A moldagem por injeção dos dois polímeros foi realizada com sucesso. O molde não apresentou nenhum tipo de falha durante os experimentos, houve apenas um pequeno desgaste nos cantos em que os canais se cruzam. O experimento mostrou que é possível produzir micro-peças utilizando os equipamentos propostos. A simulação da injeção é de grande utilidade, mas não é 100% segura já que indicou que as peças não seriam preenchidas o que não é verdade. O segundo experimento, realizado com o polipropileno de menor fluidez, mostrou ser possível injetar as micro-peças com polímeros tradicionais o que diminui o custo de produção.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho e agradecem a CAPES, CNPq, FINEP e FAPESC pelo apoio as pesquisas.

6. REFERÊNCIAS

Salmoria, G. V. ; Lafratta, F. ; Biava, M.M.; Ahrens, C.H.; Ferreira, P.Z. 2008^a. “Rapid Manufacturing and Rapid Tooling of Polymer Miniaturized Parts Using Stereolithography”. **Journal of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng.** Copyright 2008 by ABCM. January-March 2008, Vol. 30, 1-7.

Salmoria, G. V. ; Ahrens, C.H.; Villamizar, F.A.Y; Sabino Netto, A. 2008^b. “Desempenho Térmico de Ferramental Rápido Fabricado em Compósito Epóxi/Alumínio na Moldagem por Injeção de Polipropileno”. **Polímeros**, V. 18, P. 262-269.

Salmoria, G. V. ; Ahrens, C.H.; Beal, V.E.; Pires, A.T.N.; Soldi, V. 2009. “Evaluation of Post-Curing and Laser Manufacturing Parameters On The Properties of Somos 7110 Photosensitive Resin Used In Stereolithography”. **Materials & Design**, V. 30, P. 758-763, 2009.

Salmoria, G. V. ; Klauss, P.; Pires, A.T.N.; Roeder, J.; Soldi, V. 2007. “Investigations on Curing Kinetic And Thermal Degradation Of The Stereolithography Renshape 5260 Photosensitive Resin”. **Polymer Testing**, V. 27, P. 698-704.

Salmoria, G. V. ; Velasques, V. ; Ahrens, C.H.; Soldi, V.; Pires, A.T.N. 2005^a. “The Somos7110 Stereolithography Photopolymer: Cure Kinetics and Thermal Degradation”. **Journal of Materials Processing Technology**, London, V. 168, P. 164-171.

Salmoria, G. V. ; Ahrens, C.H.; Fredel, M.C.; Soldi, V.; Pires, A.T.N. 2005^b. “Stereolithography Somos 7110 Resin: Mechanical Behavior and Fractography of Parts Post-Cured By Different Methods”. **Polymer Testing**, London, V. 24, N. 2, P. 157-162.

Salmoria, G. V. ; Ahrens, C.H.; Pires, A.T.N.; Fernandes, G.A. 2004. “Pós-Cura Garante Bom Dimensionamento e Maior Vida Útil a Peças Fabricadas Por Estereolitografia”. **Plástico Industrial**, Brasil, V. Agosto, N. 72, P. 128-134.