DESENVOLVIMENTO E TESTE DE SISTEMA DE ROTOMOLDAGEM E TERMOPLÁSTICOS

Gustavo Stefanczak Jasluk (BIC/Fundação Araucária/UEPG), Benjamim de Melo Carvalho, e-mail: bmcarval@hotmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais e Metalurgia

Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Materiais não metálicos, polímeros e aplicações.
3.03.05.04-7

Palavras-chave: Rotomoldagem; polímeros; polietileno; reciclagem; teste;

Resumo

O presente trabalho tem como intuito o desenvolvimento de uma máquina de rotomoldagem de pequeno porte e baixo custo, utilizando peças reaproveitadas de um maquinário antigo e adaptando um forno de quatro bocas residencial. A fim de recriar condições de processamento industrial, fomentando pesquisas, visto a escassez de trabalhos na área. Para o aperfeiçoamento do processo, melhorando a qualidade e buscando novos materiais para abranger futuras aplicações. Foram realizados testes com Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL), micronizado com 20% de alumínio proveniente da reciclagem de embalagens cartonadas, variando o tempo de permanência no ciclo de aquecimento, sob mesma velocidade de giro e temperatura.

Introdução

O processo de rotomoldagem, é um processo de manufatura de materiais poliméricos, a fim de produzir peças ocas ou abertas, livre de tensões residuais, sem rebarbas, resistentes ao impacto e com baixo desperdício de material (Comisso et al, 2012). Dentre os principais produtos estão caixa d'agua, brinquedos, artigos esportivos, peças para a indústria automotiva, entre outros; a grande complexidade das peças, além de grandes dimensões e o custo relativamente baixo do maquinário e molde são fortes atrativos para esse processo que está em constante expansão no mercado (Comisso, et al, 2012 e Silva, et al, 2015).

Materiais e Métodos

Materiais:

Os materiais utilizados foram: forno de cozinha comum, controlador de potência, motor 12V, elementos mecânicos oriundos de reaproveitamento e estrutura metaliza para fixação das parte.

Métodos:

Inicialmente foi concebida a parte elétrica, uma fonte reutilizada de um computador foi utilizado para a alimentação, o controlador de potência PWM foi acoplado para o controle da velocidade.

Para a parte mecânica foram necessárias várias adaptações, assim como o forno de cozinha, uma relação entre duas coroas de bicicleta foi usada, a estrutura de fixação

do molde foi soldada e a parte interna rebitada, um extensor de correia foi acoplado. A forma de abertura do forno foi modificada para propiciar o movimento.

Para o molde foi utilizado uma lata comum de alumínio, de embalagem alimentícia, foi posicionado por meio de seis parafusos e feito um furo para a saída de gazes.

O material utilizado para testes foi o polietileno linear de baixa densidade com 20% de alumínio, oriundo de reciclagem de embalagens cartonadas.

As peças foram produzidas na temperatura máxima do forno (160ºC) e o tempo de permanência variou em cinco minutos para cada peça, começando em 15 minutos.

Revisão de literatura

O processo baseia-se no movimento biaxial de um braço mecânico onde é fixado o molde, que após o aquecimento o material polimérico adere a parede do molde. O ciclo do processo é dividido em quatro etapas: primeiro ocorre o carregamento do material micronizado em um molde oco que é fechado, em seguida o molde é levado ao forno e aquecido uniformemente através do movimento biaxial, onde o polímero é sinterizado. O tempo de permanência nessa etapa pode reduzir a quantidade de bolhas melhorando a qualidade, porém o tempo excessivo pode ocasionar degradação termo oxidativa. A terceira etapa é o resfriamento, o molde é retirado do forno ainda em movimento que pode ser submetido a um resfriamento a temperatura ambiente, convecção forçada ou spray de água. A quarta e última etapa é desmolde quando após o resfriamento o movimento biaxial é cessado e a peça acabada é retirada (Pisanu, et al, 2007).

Os materiais poliméricos rotomoldados são termoplásticos, amolecem e se fundem com o aumento da temperatura, precisam ter uma boa resistência térmica e química para não sofrer degradação termo oxidativa, ter boa viscosidade para aderir ao molde. O material mais utilizado é o polietileno (PE) em sua forma micronizada, que corresponde a mais de 90% da matéria prima da rotomoldagem (Mello, et al 2010). Dentre os tipos de PE destaca-se o polietileno linear de baixa densidade (PELBD), o policloreto de viníla (PVC) também é utilizado na forma de plastisóis. Tanto essa condição quanto a micronização das partículas serve para o polímero fluir melhor dentro do molde (Comisso, et al, 2012 e Mello, et al 2010). Outros materiais que podem ser utilizados são o polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) e o acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS) (Comisso, et al, 2012 e Pisanu, et al, 2007).

Os moldes precisam ter boa condutividade térmica, possuírem paredes finas, serem ocos e com boa resistência para o constante manuseio. A construção do molde tem um baixo custo, uma grande vantagem em relação a outros tipos de processamento, como injeção e extrusão. O material do molde depende da complexidade e do tamanho da peça: para grandes geometrias são utilizadas chapas de aço; já para pequenas estruturas e com complexidade intermediária são utilizados moldes de alumínio fundido; para peças com elevados detalhes é necessário uso de moldes de níquel eletro formado (Tomasi, et al 2013).

Resultados e Discussão

O principal resultado obtido foi uma réplica em menor escala de uma máquina de rotomoldagem, concebida a partir de materiais reaproveitados e adaptados. Possui um controle de velocidade e sentido de rotação, diferentes configurações de

velocidade entre eixos, tendo um suporte para fixação de moldes de até 10 dm^3 ou 12,5 litros distribuídos em uma estrutura de acomodação com 22 cm de altura por 26 cm de largura. Para a variação de velocidades, diferentes configurações entre as coroas foram usadas. Os protótipos rotomoldados obtiveram grande êxito na conformação ao molde, porem condições físicas do molde impediram que a peça fosse retirada por completo, e foi necessário quebrar as peças para ser retirado, com exceção do último teste, onde o molde foi rompido a fim de se obter a peça inteira. Para cada amostra foi adicionado 5 minutos ao ciclo, começando com 15 minutos.

Discussão

A construção da máquina propiciou grande conhecimento sobre o processo, e recriou condições semelhantes as condições industriais. A peça obtida conformou-se as paredes do molde, gerando uma peça cilíndrica, com bom acabamento externo e grande porosidade interna. O alumínio oriundo da reciclagem ficou disperso pela peça, seu brilho característico pode ser observado na superfície externa, não foram observados pontos de aglomeração de alumínio, o que mostra a homogeneidade do processo.

Foi observado que quanto mais tempo a peça permanece no forno, melhor será a sinterização, acabamento externo, menor quantidade de poros e maior a resistência.

Esse comportamento se deve ao fato de que quanto maior o ciclo de aquecimento, mais as moléculas de polímeros se uniram e menos bolhas ficaram retidas na peça.

Nas arestas do cilindro rotomoldado foi observada uma porosidade mais elevada, devido à má distribuição de calor causado pelo formato do molde. Outra explicação para a qualidade da peça são a relação entre eixos inadequada e o uso de 100% de material reciclado para a fabricação.

Contudo o experimento se mostrou bem eficaz na conformação de peças e para teste pratico da máquina. As soluções propostas frente aos problemas encontrados nos testes são: um controle de temperatura do molde, com um termopar wireless; um aquecimento adicional por resistência elétrica, permitindo o ajuste fino de temperatura; melhor distribuição de velocidades utilizando rodas dentadas adequadas; um melhor sistema de saída de gases no interior do molde; um sistema de circulação de ar dentro do forno, a fim da temperatura se tornar homogênea; diferentes tipos de resfriamento, com intuito de diminuir o tempo de ciclo.

Conclusões

A máquina possibilitou domínio sobre o processo, bem como as principais variáveis que influenciam. A construção se deu a um custo baixo, e tem como principal intuito fomentar pesquisas na área, recriando condições industriais. O aperfeiçoamento tanto da máquina quando o processo abre espaço para um grande campo de pesquisa.

Quanto as peças produzidas, sobre a variável tempo de aquecimento, foi constatado que diversas propriedades melhoraram com aumento de ciclo de aquecimento, como o acabamento superficial, densidade, resistência mecânica e diminuição de bolhas.

Agradecimentos

Técnico de laboratório Dirceu Klemba.
Técnico Ezequiel R. França.

Referências

COMISSO, T. B.; LIMA, C. A. S.; CARVALHO, B. M. Estudo Experimental do Processo de Rotomoldagem de PELBD: Efeitos sobre a Morfologia e Estabilidade Dimensional. 2012, 11f. Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Materiais, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2012.

SILVA, E. A. L. Desenvolvimento de Máquina de Bancada para Processamento de Termoplásticos por Rotomoldagem. 2015, 129f. Mestrado em Engenharia de Materiais, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2015.

PISANU, L.; UEKI, M. M.; MÉLO, T. J. A. Influência do Teor de Polietileno Reciclado no Índice de Fluidez e nas Propriedades Mecânicas de Peças Obtidas no Processo de Rotomoldagem. Congresso Brasileiro de Polímeros, 9. 2007, Campina Grande.

MELLO, F. B. Blenda PP/HIPS: Compatibilização, Propriedades e Processo por Rotomoldagem. 2010, 78f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais., Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.