Resistência ao Impacto de PP Homopolímero com diferentes massas molares tenacificado com elastômero C2C8

Calbert Bernardo França (PROVIC/Fundação Araucária), Benjamim de Melo Carvalho (Orientador), e-mail: benjamim@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica.

Palavras-chave: Moldagem por injeção, polipropileno, elastômero, tenacidade.

Resumo

Termoplásticos tenacificados com elastômeros apresentam grande importância tecnológica no setor de polímeros. Assim, o objetivo do presente estudo foi identificar a influência das condições de injeção na morfologia e propriedades mecânicas de blendas de polipropileno (PP) e elastômero C2-C8. Portanto, estudou-se o efeito da variação nos parâmetros de injeção, como temperatura de injeção, velocidade de injeção e pressão de compactação. Foram utilizados 2 níveis para cada parâmetro, tendo sido empregado o método estatístico Taguchi Ortogonal no planejamento dos experimentos, correspondendo a 4 condições de injeção. Para cada uma delas, 12 corpos de prova foram confeccionados. Ensaios de tração foram feitos em 8 corpos de prova por condição, para a obtenção de valores de limite de resistência à tração. Posteriormente, foram realizados ensaios de impacto, o objetivo central do estudo, no mesmo número de amostras. A partir disso pode-se certificar a dispersão e distribuição do elastômero na matriz de PP de acordo com os parâmetros de cada condição. Seus resultados puderam então ser comparados com outra blenda confeccionada em um estudo anterior.

Introdução

A moldagem por injeção é, conjuntamente com a extrusão, o principal processo de produção de componentes plásticos. O custo de um produto produzido por tal processo está intimamente associado ao tempo de ciclo da moldagem. Entretanto, a otimização do ciclo de moldagem deve levar em conta não só o tempo de ciclo, mas também a qualidade das peças produzidas. Assim, é extremamente importante compreender a influência de diferentes condições de moldagem nas propriedades das peças. Desse modo, pode-se escolher as condições que conciliam maior produtividade, mas conferindo propriedades adequadas.

Cada material apresenta condições próprias que permitem a otimização do ciclo. Por exemplo, dependendo da cinética de cristalização, da temperatura de transição vítrea, deve-se escolher uma determinada temperatura do molde de injeção. Assim, estudos de otimização da moldagem por injeção de diferentes polímeros tem sido conduzido no grupo de pesquisa de polímeros do Departamento de Engenharia de Materiais da UEPG.

No presente estudo, foi realizada pela segunda vez a avaliação da influência das diferentes condições de moldagem por injeção sobre a morfologia e propriedades mecânicas de blenda de polipropileno homopolímero com elastômero. Neste caso específico, o tamanho dos domínios da fase elastomérica na matriz de PP é fundamental para uma boa tenacificação, isto é, para o aumento da resistência ao impacto.

Assim, buscou-se avaliar a influência de diferentes condições de moldagem como velocidade de injeção, temperatura do fundido, pressão de compactação e velocidade de rotação de rosca nas propriedades mecânicas e morfológicas das amostras injetadas.

O presente projeto é a continuação de um projeto mais amplo dentro do grupo de pesquisa que busca a otimização do processo de moldagem por injeção em termos de eficiência de mistura dispersiva tanto no caso de blendas imiscíveis quanto compósitos e nanocompósitos.

Materiais e Métodos

- *Materiais:*
  - Polipropileno homopolímero H301 com índice de fluidez de 10 g/10min gentilmente disponibilizado pela Braskem S.A.
  - Copolímero Etileno-Octeno (C2C8), gentilmente disponibilizado pela Dow Chemical Company.

- *Métodos:*

Primeiramente as matérias-primas foram injetadas em uma máquina Boy 55M em uma proporção de 80% em peso de PP H301 homopolímero e 20% em peso do elastômero C2C8. Foram feitos 4 lotes de corpos de prova para as blendas. As condições de injeção estão apresentadas na tabela 1. Oito corpos de prova para cada condição foram submetidos a ensaios de tração em máquina universal Shimadzu com célula de carga de 10 KN.

Tabela 1: Condições da moldagem por injeção

PP H301+C2C8-20%			
Condição	**Temperatura (°C)**	**Velocidade (cm^3/s)**	**Pressão de compactação (bar)**
1	200	70	160
2	200	110	200
3	240	70	200
4	240	110	160

Fonte: O autor.

Posteriormente, os mesmos corpos de prova foram submetidos à ensaio de impacto instrumentado em máquina Zwick Roell utilizando martelo de 2,75J para avaliação da tenacificação da blenda. Foram ensaiados 10 corpos de prova de cada condição para uma melhor amostragem.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos de tensão de escoamento para cada condição foi:

Tabela 2: Tensão de escoamento em função das diferentes condições de moldagem por injeção.

PP H301+C2C8-20%				
Condição	Temperatura (°C)	Velocidade (cm^3/s)	Pressão de compactação (bar)	Tensao de escoamento (MPa)
1	200	70	160	26.1469
2	200	110	200	26.3403
3	240	70	200	26.8086
4	240	110	160	27.2614

Fonte: O autor.

Analisando a tabela 2, observa-se que a condição 4, de maior temperatura de injeção, maior velocidade e menos pressão de compactação obteve o maior valor de tensão de escoamento. Porém com um desvio padrão médio de 0,500 entre os valores, as tensões são praticamente iguais.

O PP H301 homopolímero possui índice de fluidez de 10 g/10min, o que é um valor alto, segundo seu *data sheet.* Comparando com a blenda de PP H503+C2C8-20% utilizado no estudo anterior, onde o homopolímero possui um índice de fluidez de 3,5 g/10min, suas tensões de escoamento são semelhantes, sob as mesmas condições de injeção.

Os resultados obtidos para a energia de impacto absorvido no ensaio são descritos abaixo na tabela 4:

Tabela 3: Energia de impacto absorvida em função das diferentes condições de moldagem por injeção da blenda PP H301+C2C8-20%

PP H301+C2C8-20%					
Condição	Temperatura (°C)	Velocidade (cm^3/s)	Pressão de compactação (bar)	Energia de Impacto (J/m)	Desvio (J/m)
1	200	70	160	77.66	13.50
2	200	110	200	73.84	7.78
3	240	70	200	67.16	8.35
4	240	110	160	77.48	10.32

Fonte: O autor.

Observando-se os resultados obtidos de impacto, os valores, levando em conta seus respectivos desvios, são iguais. O que leva a crer que a variação nos parâmetros de injeção pouco influenciam na tenacificação da blenda.

Porém, em comparação com a blenda PP H503+C2C8-20%, os resultados são bastante inferiores.

Foram fraturados fragilmente em nitrogênio líquido corpos de prova das mesmas condições usadas nos ensaios de impacto para a blenda de H301. Microscopia eletrônica de varredura e calorimetria diferencial de varredura estão sendo realizadas de acordo com a viabilidade do equipamento.

Conclusões

A tensão de escoamento para as blendas de PP/C2-C8 injetadas em diferentes condições de injeção em termos de temperatura do fundido, velocidade de injeção e pressão de compactação teve variação máxima de 1,0% entre elas. Já a energia de impacto teve uma diferença de mais de 50%, levando a crer que a diferença na matriz polimérica das blendas influenciou na absorção de energia, já dentro da própria blenda, a diferença de valores foi mínima.

Portanto, em função desta pequena variação, conclui-se que o processo de injeção desta blenda é relativamente robusto, sendo pouco sensível às variações nos parâmetros de injeção. Assim, é mais interessante dar maior importância à produtividade em termos de redução de tempo de ciclo de injeção, já que os parâmetros de injeção influenciaram de forma pouco significativa do ponto de vista de engenharia a tensão de escoamento.

Agradecimentos

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Fundação Araucária, CNPq, Braskem SA, Dow Chemical Company e colaboradores do Departamento de Engenharia de Materiais.

Referências

KALAY, GURHAN; BEVIS,M.J. “Processing and Physical Property Relationships in Injection-molded Isotactic Polypropylene. 2. Morphology and Crystallinity**”. Isotatic polypropylene: morphology and crystallinity,** 35 (1997): 265-291

KAZMER, David, et al. "Tuning and control of dimensional consistency in molded products." **Advances in Polymer Technology** 23.3 (2004): 163-175.

LAFRANCHE E, et al. “Injection Moulding of Long , Glass Fiber Reinforced, Polyamide 66: Processing, Conditions/Microstructure/Flexural Properties Relationship”. **Advances in polymer technology**, vol. 24.2, p. 114–131, jun. 2003.

LOTTI,C. Influência das condições de processamento na morfologia e nas propriedades mecânicas de sistemas poliméricos moldados por injeção e sua predição através de redes neurais artificiais. Dissertação de mestrado. São Carlos, 2004. Universidade Federal de São Carlos- São Paulo

WON,J.C, et al. “The Crystallization Kinetics of Polyamide 66 in Non-isothermal and Isothermal Conditions: Effect of Nucleating Agent and Pressure”. **Polymer Engineering and Schience,** 40.9 (2000): 2058-2070.

YAMAKAWA,R.S. “Influence of notching and molding conditions on determination of EWF parameters in polyamide 6.” **Polymer Testing,** 23(2004): 195-202