ANÁLISE DA DINÂMICA E DA INSTABILIDADE DO IMPACTO NA FRATURA DE POLIMEROS

Alefe Joás Santos (PIBIC/CNPq/FA/UEPG), Lucas Máximo Alves (Orientador), e-mail: lucasmaximoalves@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento do Orientador.

Área: Engenharia de Materiais e Metalurgia, Subárea: Metalurgia Física.

Palavras-chave: Fratura, Curva JD, Instabilidade Dinâmica.

Resumo

Neste trabalho realizaremos o impacto instrumentado em materiais poliméricos de composição e tratamento térmico controlado. Calcularemos a curva J-D e analisaremos o fenômeno da instabilidade na fratura dinâmica por impacto em um pendulo instrumentado, em materiais poliméricos. O objetivo deste trabalho será reproduzir, em um ensaio de impacto instrumentado, resultados análogos de Fineberg & Gross (1991, 1992), para a instabilidade dinâmica de uma trinca em ensaio de tração pura. Pretendemos abordar o fenômeno da instabilidade dinâmica junto com a bifurcações das trincas e assim tentar validar a aplicação do Princípio da Máxima Dissipação proposto por Slepyan e modificado por Alves & Lobo (2017). Este projeto tem como objetivo também verificar o comportamento de certos materiais com base nos seus resultados da análise de impacto.

Introdução

Atualmente as indústrias estão utilizando cada vez mais a moldagem por injeção devido ao fato de se tratar de um processo de produção em larga escala, sendo esse processo capaz de produzir peças e componentes com distintos formatos e tamanhos.

O processo de moldagem por injeção foi idealizado pelos irmãos Hyatt em 1872, porém apenas em 1878, John Wesley Hyatt criou um dos primeiros equipamentos para a moldagem por injeção. Com o decorrer dos anos, sua invenção foi sendo aperfeiçoada até as injetoras dos dias atuais, as quais buscam cada vez mais operar com a máxima redução de custo, grande produção e uniformidade das peças geradas. Este processo apresenta um preenchimento rápido e repetitivo do material, sendo que o polímero está em seu estado fundido o qual é forçado em uma ou mais cavidades, sob pressão, o qual sofre solidificação e a retirada o material no estado sólido.

Como mencionado anteriormente, à diversas variáveis que influenciam as propriedades das peças injetadas, tais como a temperatura do fundido, temperatura do molde, pressão de compactação, entre outras. Com isso, para se obter uma boa qualidade do produto, é necessário definir quais são os melhores valores das variáveis a serem aplicados, visando juntamente o custo-benefício do processo.

Caso haja uma incorreta escolha desses parâmetros, isso ocasionará em uma baixa qualidade da superfície, surgimento de empenamento na peça entre outros defeitos, fazendo com que aumente tanto o custo como o tempo de manufatura do material. A alteração desses parâmetros está relacionada em se obter uma melhor propriedade mecânica do material, a qual é um critério importante ao se produzir produtos poliméricos.

ISSN 1676-0093

Um polímero de alto grau de aplicabilidade é o acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS) sendo este um termoplástico de engenharia, sendo este um copolímero de Estireno-Acrilonitrilo (SAN) enxertado com borracha de Polibutadieno (PB). Para esse polímero, a matriz é composta pelo SAN e a fase dispersa composta pelo PB.

Uma propriedade importante para ajudar a entender o comportamento mecânico dos polímeros é a resistência ao impacto. Com essa propriedade é possível avaliar se um material polimérico terá êxito em uma dada função ou não.

A propriedade da resistência ao impacto depende de diversos fatores tais como a temperatura do ensaio, a velocidade de impacto durante o ensaio, a sensibilidade a entalhes padronizados, a força em que o corpo de prova é submetido no ensaio de impacto, entre outras.

A diversas normas ASTM para ensaio de impacto para polímeros visando analisar a resistência ao impacto do material, uma delas é a D256. Sendo que a propriedade da resistência ao impacto depende de diversos fatores tais como a temperatura do ensaio, a velocidade de impacto durante o ensaio, a sensibilidade a entalhes padronizados, a força em que o corpo de prova é submetido no ensaio de impacto, entre outras.

Material e Métodos

Utilizou-se o terpolímero de Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS) HI 10, da Styrolution, de índice de fluidez de 5,5g/10 min (220 ºC, 10 Kg).

Injetou-se o polímero ABS HI 10 em distintas condições o qual variou-se os parâmetros de injeção pré-determinados, onde aplicou-se o Método Taguchi Ortogonal. O ABS HI 10 foi então submetido à secagem em estufa por 24 horas e a uma temperatura de 70ºC para a redução da quantidade de umidade do mesmo e assim a minimização de defeito referentes a presença de água durante a moldagem por injeção do material. Com a etapa de secagem finalizada, os corpos de provas de impacto foram injetados em uma injetora Boy 55M seguindo a norma ASTM D 3641 - 14, o qual foram produzidos 40 corpos de provas para distintas condição de injeção. Com relação as dimensões dos corpos de prova, os mesmos foram produzidos de acordo com a norma ASTM D256.

Para a resistência ao impacto pelo método Izod, utilizou-se o equipamento de impacto instrumentado Zwick/Roell HIT50P, utilizando-se um martelo de impacto de 5,5 Joule (J). Para a realização desse ensaio, seguiu-se o procedimento A da norma ASTM D 256. Sendo então ensaiados 10 corpos de provas para cada confecção de injeção realizada.

Calculou-se a integral J-D dos resultados obtidos do ensaio instrumentado Izod, assim, estes foram dispostos no software Microsoft Excel, o qual realizou os cálculos necessários e traçou as curvas J-D em formas de gráficos, sendo necessário apenas alguns ajustes. Para a análise da curva J-D utilizou-se o método proposto pela norma e o método da área (Lucas Maximo Alves), a qual consiste em uma expressão matemática utilizada para caracterizar um campo de tensão-deformação em uma fissura/trinca.

Resultados e Discussão

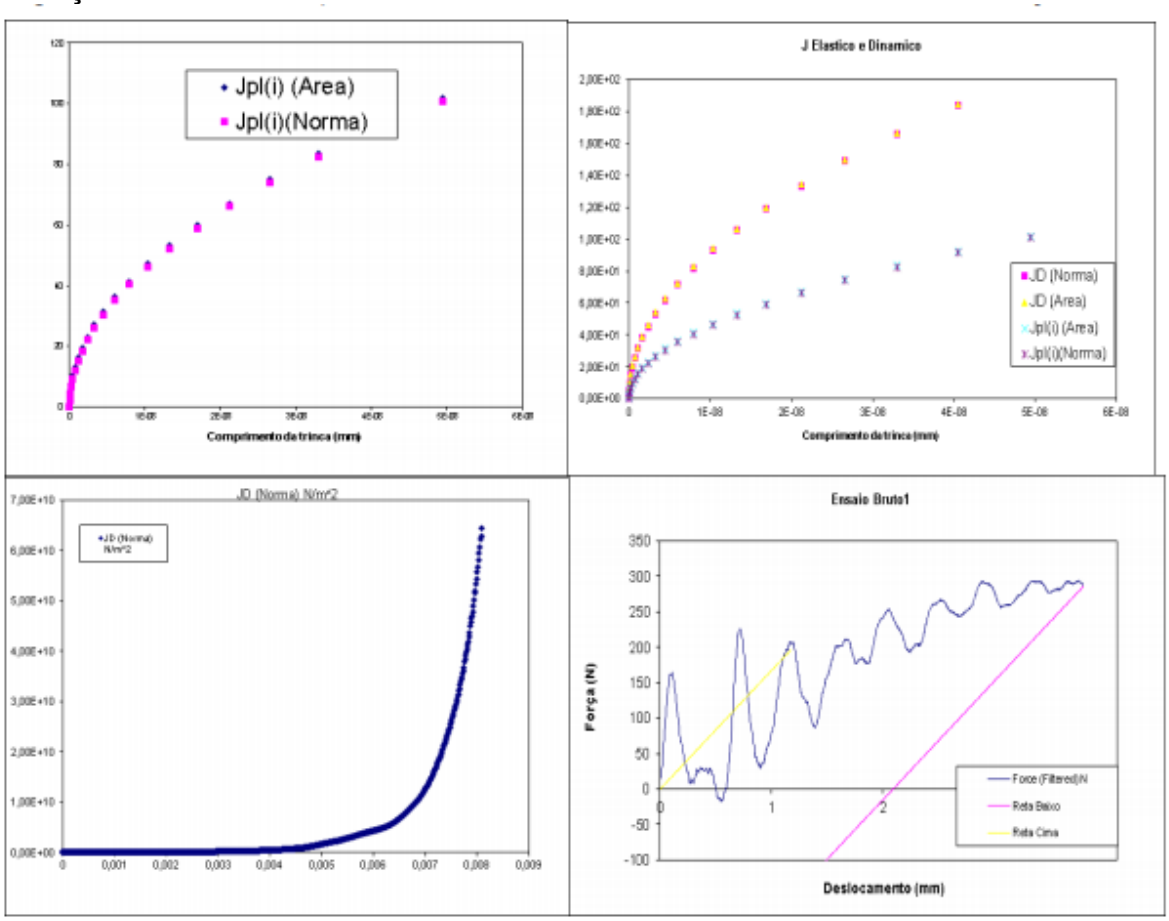
Com a realização de ensaio de impacto instrumentado, obteve-se os valores de força Máxima durante a fratura (N) e a Resistência ao Impacto (J/m).

Serão apresentadas as curvas referente aos resultados obtidos do ensaio instrumentado Izod, o qual utilizou-se o método mencionado pela norma e o método

proposto por ALVES para obtenção dos gráficos de força (N) versus deslocamento (mm), e gráficos de energia de deformação versus comprimento da trinca (mm).

Com as 10 amostras de cada condição, foram feitas médias dos resultados para então obter suas curvas referente ao método da norma e ao método de ALVES. A figura 1 apresentam as curvas J-D do ABS preparado de acordo com as condições para as amostras de B.

Figura 1 – Curvas J-D para os métodos da norma e da área do ABS para a condição B.



Fonte: Os autores.

Em todas as condições (A à I), a fratura apresentou um comportamento do tipo dúctil, à temperatura ambiente. Observa-se que estas apresentam uma grande absorção de energia plástica. Ainda é possível observar que os ajustes do modelo fractal se mostram em concordância, obtendo um mesmo aspecto para os métodos da norma e da área, como mostra o gráfico c da figura B. Analisando os gráficos das amostras de A à I, foi possível observar que os métodos da área com o método da norma estão sobrepostos uma na outra, comprovando que os métodos estão em concordância.

As condições B e D apresentaram os maiores valores de Força Máxima das 9 condições de injeção, porém nota-se que é um parâmetro o qual não variou muito com as condições. Em relação a Resistência ao Impacto (RI), as melhores condições foram B e C.

Analisando as condições o qual usou-se valores mais baixos de temperatura do fundido, obteve-se as melhores propriedades de resistência sob impacto, sendo isso devido ao fato de que menores temperaturas do fundido geram maior grau de orientação da peça, favorecendo assim sua resistência sob impacto.

As amostras da condição G apresentaram as piores propriedades de resistência ao impacto em relação às outras 9 condições.

Se tratando da temperatura do fundido e do molde, ambos são os principais fatores que afetaram a RI, sendo que em altas temperaturas do molde (próxima de 65 °C) e temperaturas do fundido (entre 215 a 225 °C) tendem a elevar a RI do ABS. A velocidade de injeção e a pressão de compactação também causam influência nessa propriedade, porém de maneira inferior as principais.

Conclusões

Através da análise dos dados obtidos neste estudo pode-se dizer que os métodos estudados apresentaram concordância entre si, sendo o Método de Alves satisfatório, ou seja, o método estudado apresentou-se com uma boa precisão nos resultados, pois tanto o método proposto pela norma ASTM E1820-18 quanto o método proposto por ALVES apresentam as mesmas características. O ABS apresentou-se como um material com uma boa resistência mecânica, o qual absorve grande energia plástica. O mesmo apresentou elevada RI para as amostras com baixas temperaturas de fundidos. Sendo que as amostras das condições B e C foram os mais satisfatórios com relação a demais condições em relação a sua RI.

Dos parâmetros apresentados que influenciam RI, a temperatura do fundido exerceu a maior parte da influência nessa propriedade mecânica. Quanto à fratura sob impacto, a fratura apresentou características dúcteis, conforme apontado pelas curvas de impacto instrumentado.

Agradecimentos

Agradeço a CNPq ao financiamento do projeto de iniciação científica, sendo que através dessa foi possível elevar conhecimentos. Agradeço ao professor Lucas Máximo Alves pelo seu esforço e dedicação auxiliando nas dificuldades encontradas e soluções para a realização do projeto de iniciação científica, contribuindo com informações para a conclusão do projeto.

Referências

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E1820 − 18: Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness**. ASTM, 2018.

ALVES, Lucas Máximo; LOBO, Rui F. R. M., The possibility to predict crack patterns on dynamic fracture, Int J Fract (2017) 206:11–33 DOI 10.1007/s10704-017-0196-0.

ALVES , Lucas Máximo; CORDOVA, Bruno; DE CARVALHO, Benjamim Mello. **Análise da instabilidade caótica em ensaios dinâmicos de impacto izod e charpy**, Ponta GrossaPr, p. 1-64, 10 dez. 2018.

ALVES, L.M. **Modelagem e Simulação do Campo Contínuo com Irregularidades: Aplicações em Mecânica da Fratura com Rugosidade**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D256 - 02: Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics**. ASTM, 2010.