

Abstract

In this study is intended to analysis the Edge Crack Torsion test numerically and experimentally for the determination of the behavior of the interlaminar fracture of composite materials in mode III.

The numerical analysis was executed with a finite elements cohesive mix mode model, which allows the simulation of the damage and the propagation. A new method to treat the results was developed; its base is the compliance of the plate. This method can overcome some difficulties that are associated to the methods proposed in the bibliography. Its performance was validated numerically and compared with the Calibration of the Compliance Method [20]. It also has been demonstrated that the Mode III strain energy release rate (G_{IIIc}) depends on the crack length, this was also observed by other authors. A meticulous analysis permitted verifying that this dependency is explained by a significant variation of the damaged area depending on the length of the initial crack.

The experimentally analysis were made with two lay-up $[90/(\pm 45)_4/(\mp 45)_4/90]_s$ and $[0/(\pm 45)_4/(\mp 45)_4/0]_s$. It was demonstrated that the lays of zero degrees have a more stable behaviour. This permits an easier determination of the critical parameters: initial compliance and the displacement in the maximum load. The G_{IIIc} is very sensitive to the initial compliance; to overcome this difficulty were used different methods for identifying the initial flexibility. Finally, comparing the numerical and experimental results they shown a similar trend when G_{IIIc} varies with the crack length.

Despite all the problems that were detected, the ECT is adequated to the interlaminar fracture characterization in mode III of composite materials. In fact, it has been shown that the numerical results are similar to the value introduced in the cohesive model.

.

Resumo

Na presente dissertação pretende-se investigar numérica e experimentalmente o ensaio “Edge Crack Torsion” (ECT) para a determinação do comportamento à fractura interlaminar de materiais compósitos sob solicitações de modo III.

A parte numérica foi efectuada através de simulação com um modelo coesivo de modo misto que permite simular iniciação e a propagação do dano. Foi ainda desenvolvido um novo método de tratamento de resultados baseado na flexibilidade da placa. Este método possui a vantagem de ultrapassar as dificuldades inerentes aos métodos já propostos na bibliografia, nomeadamente o facto de requerer um número muito inferior de provetes. O desempenho do método proposto foi validado numericamente e também por comparação com os resultados obtidos pelo Método de Calibração da Flexibilidade [20]. Constatou-se a existência de dependência da taxa crítica de libertação de energia em modo III (G_{IIIc}) em função do comprimento de fenda, também observada por outros autores. Uma análise mais detalhada permitiu verificar que essa dependência se explica por uma variação importante da área danificada em função do comprimento de fenda inicial.

A análise experimental foi feita com duas sequências de empilhamento $[90/(\pm 45)_4/(\mp 45)_4/90]_s$ e $[0/(\pm 45)_4/(\mp 45)_4/0]_s$. Verificou-se que no laminado com camadas a zero graus, o comportamento das curvas força - deslocamento é mais estável, o que propicia a obtenção mais fácil dos parâmetros fundamentais: a flexibilidade inicial e o deslocamento na força máxima. Constatou-se a existência de sensibilidade marcante dos valores obtidos para G_{IIIc} com a flexibilidade inicial. Para ultrapassar esta dificuldade foram usados diferentes métodos de identificação da flexibilidade inicial. Verificou-se, a partir dos resultados experimentais, uma tendência similar à obtida nas simulações numéricas no que respeita a variação de G_{IIIc} em função do comprimento de fenda.

Apesar dos problemas detectados o ensaio ECT mostrou-se adequado para a caracterização da fractura interlaminar de compósitos em modo III. De facto, conseguiu-se demonstrar por via numérica que os resultados obtidos para G_{IIIc} não diferem muito do valor inserido no modelo coesivo.