

Parametricky tvořený model standardizovaných testů kohezivních spojů

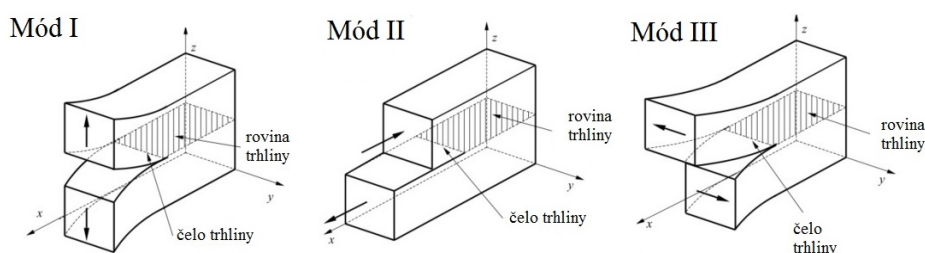
Petr Hanzlík¹, Tomáš Kroupa²

1 Motivace

Cílem práce je vytvořit modifikovatelný a snadno rozšířitelný nástroj pro identifikaci materiálových parametrů pro modelování chování rozhraní materiálů s využitím metody konečných prvků.

2 Základní teorie

Jedním z typů porušení vrstvených materiálů, zejména kompozitů, je delaminace. Delaminace je procesem šíření mezilaminární trhliny, pro kterou existují tři základní módy namáhání (viz obr. 1), přičemž obecné namáhání vzorku lze popsat jejich kombinací.



Obrázek 1: Základní módy namáhání

Jako základní parametr pro popis chování spoje nebo rozhraní materiálu může být použit například parametr rychlosti uvolňování deformační energie vnitřních sil G , který lze vypočítat z přírůstku potenciální energie deformace vnitřních sil dU dle

$$G = -\frac{1}{b} \frac{dU}{da} = \frac{F^2}{2b} \frac{dC}{da}; \quad C = \frac{\delta}{F}, \quad (1)$$

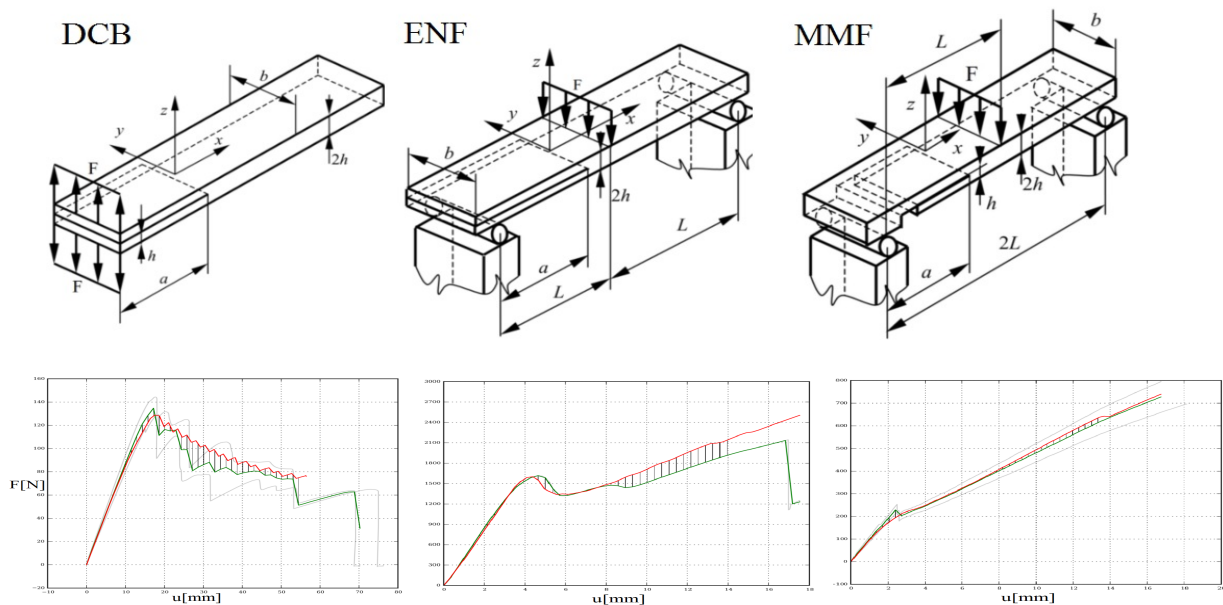
kde b je šířka trhliny, a její délka, F zatížení a δ je obecně posuv v místě pozorování. Parametr C je označován jako poddajnost.

3 Realizace

K identifikaci materiálových parametrů rozhraní v normálovém směru vzhledem k rovině trhliny byl realizován DCB (double cantilever beam) test, kde dochází k šíření trhliny pouze vlivem módu I. Pro určení materiálových parametrů spojených s módem II byl proveden MMF (mixed mode flexure) a ENF (end notched flexure) test.

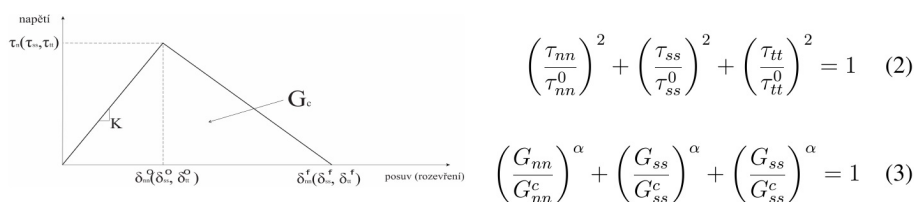
¹ student navazujícího studijního programu Počítačové modelování v inženýrství, obor Aplikovaná mechanika, e-mail: petrhan@students.zcu.cz

² Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra mechaniky, e-mail: kroupa@kme.zcu.cz



Obrázek 2: Realizované testy - porovnání dat (zelená - experiment; červená - abaqus)

Rovněž byly vytvořeny ekvivalentní MKP modely. Byl uvažován bilineární konstitutivní vztah (obr. 3), *quadratic stress* kritérium (2) a pevnostní kritérium *power law* (3).



Obrázek 3: Konstitutivní vztah

4 Závěr

Porovnání hodnot kritických energií vypočtených z analytických vztahů a identifikovaných pomocí MKP modelů vykazují dobrou shodu.

exp/num [J/m^2]	DCB (G_I)	ENF (G_{II})	MMF($G_{I/II}$)
Epoxid	535/544	-	730/720
Spabond	1353/1135	2045/2204	-
Araldite	385/301	3750/3850	-

Tabulka 1: Porovnání parametrů G pro jednotlivá rozhraní

Literatura

Laš, V., 2008. *Mechanika kompozitních materiálů*. Fakulta aplikovaných věd, Plzeň.

Reeder, J.R., 2006. *3D Mixed-Mode Delamination Fracture Criteria – An Experimentalist's Perspective*. NASA Langley Research Center, Hampton.

Szekeřnyes, A., 2005. *Delamination of composite specimens*. Budapest University of Technology and Economics, Budapest.