

Experimentální Analýza Napětí 2004

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF FEM COMPUTATIONS OF MATERIAL SANDWICH FOR CAR HEADREST EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ MKP VÝPOČTU VRSTVENÉHO MATERIÁLU NA OPĚRKY HLAVY V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU

Jiří Barták¹, Eva Krónerová², Petr Šedivý³

The paper deals with experimental verification of FEM computations of bending stressed sandwich structure for car headrest made of modern foam materials with different stiffensses. Computations have been carried out in IDEAS software system and in conclusion computed values have been compared with measured ones.

Keywords FEM, polyurethane foam, sandwich structure, headrest, IDEAS

Klíčová slova MKP, polyuretanová pěna, sendvičová struktura, hlavová opěrka, IDEAS

1 Úvod

Stoupající četnost poranění krční páteře a míchy je zapříčiněna především rostoucím počtem předozadních nárazů. Počet kolizí tohoto typu už řadu let stoupá úměrně s rostoucí hustotou silničního provozu. I když k těmto srážkám dochází při poměrně malé vzájemné rychlosti vozidel – nejčastěji 10 až 20 km/h – je hlava resp. krk pasažéra vystaven velkému silovému namáhání, které je příčinou bolestivých poranění s častými trvalými následky. Následkem extrémního namáhání krční páteře totiž dochází k poškození cévních pletenců, vazů i nervových drah. Z těchto důvodů se kladou velké požadavky na bezpečnost sedadel resp. hlavových opěrek a to jak aktivní (mechatronické systémy) tak pasivní (absorpce energie, pevnost). Vedle bezpečnosti je pro provoz důležitá i stránka ergonomická (ovladatelnost, příjemnost atd.).

Cílem této práce je provést experimentální měření materiálu na tlak včetně sendvičových vrstev a zjistit jejich modul pružnosti. Následně provést výpočet na tlak v systému IDEAS a ověřit možnost výpočtu skládaných vrstev pro další práce při návrhu sendvičových systémů.

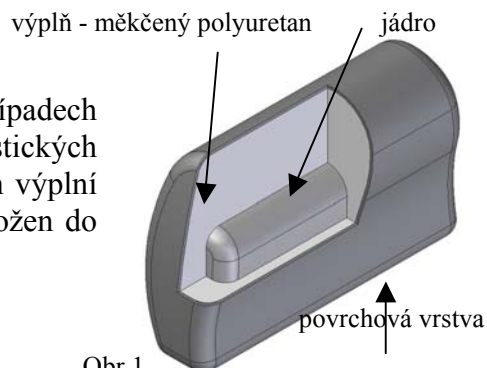
¹ Ing. Jiří Barták: Katedra konstruování strojů, FST, ZČU; Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika, tel.: +420377638246, e-mail: jbartak@kks.zcu.cz

² Ing. Eva Krónerová: Katedra konstruování strojů, FST, ZČU; Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika, tel.: +420377638246, e-mail: kronero@kks.zcu.cz

³ Ing. Petr Šedivý: Katedra konstruování strojů, FST, ZČU; Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika, tel.: +420377638246, e-mail: pshedivy@kks.zcu.cz

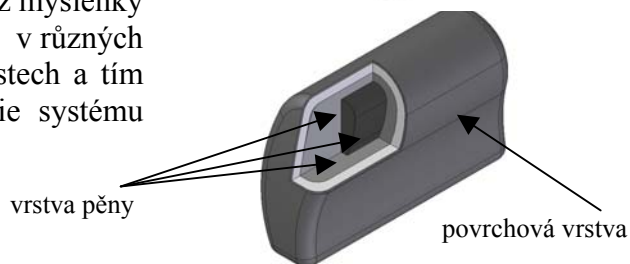
1.1 Současná koncepce hlavových opěrek

Dnešní koncepce hlavových opěrek (obr.1) je ve většině případech založena na principu tuhého jádra, tvořeného korpusem z plastických hmot, kde jsou zakotveny nosné tyče opěrky, a ten je obalen výplní z měkkého polyuretanu (molitanu) a celý tento celek je vložen do obalu z kůže či textilního potahu.



1.2 Inovovaná koncepce hlavových opěrek

Nová koncepce hlavové opěrky vychází z myšlenky využití polyuretanové pěny na sebe vrstvené v různých systémech vrstev materiálu o rozdílných tuhostech a tím dosažení optimální tuhosti a absorpce energie systému jako celku.



2 Měření

2.1 Příprava vzorků

U všech vzorků se jednalo o jeden druh materiálu: dvousložkovou polyuretanovou pěnu IPITHERM G-0-35C. Rozdílných vlastností u vzorků bylo dosaženo rozdílnou hustotou pěny u jednotlivých vzorků. V praxi to znamená, že byly vypěněny přesně definované objemy pěny v přesně definovaných objemech vypěnovacích nádob.

Pěna po vytvrzení na povrchu vytvořila sraženou vrstvu, kterou bylo nutné odstranit a proto byly z polotovaru vysoustruženy válce o průměru 40 mm a z nich posléze zhotoveny vzorky o výšce 40 mm (základní vzorky) a další vzorky o výškách 10 a 15 mm, které byly použity na skládání sendvičových vrstev.

Vzorek	Průměr [m]	Výška [m]	Váha [kg]	Objem [m ³]	Hustota [kg/m ³]
červený I	0,04	0,039	0,0065	4,90088E-05	132,6291
modrý I	0,04	0,0393	0,007	4,93858E-05	141,741
modrá II	0,04	0,0395	0,012	4,96372E-05	241,7543
modrý III	0,04	0,04	0,004	5,02655E-05	79,57747
zelená II	0,0382	0,039	0,0055	4,46973E-05	123,05

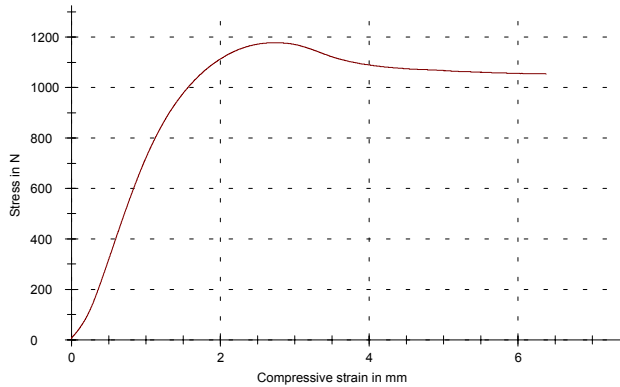
Tab.1 Fyzikální hodnoty vzorků

2.2 Postup měření

Vlastní měření probíhalo na trhacím stroji Zwick/Roell o max. síle 50kN. Nejdříve byly naměřeny jednotlivé vzorky a posléze skládané (sendvičové) vrstvy.

2.2.1 Měření jednotlivých vzorků

Na diagramu závislosti síly na deformaci, jak je vidět, není zřejmý výraznější bod kluzu, což je jevem měkkých materiálů bez meze kluzu (elastomerů) [1]. Z naměřených hodnot byly vypočteny moduly pružnosti pro jednotlivé vzorky tab. 2.



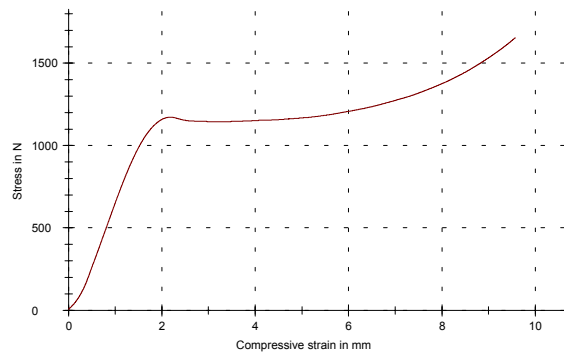
vzorek	modul pružnosti E[MPa]
A	46,58
B	44,12
C	100,85
D	22,67
E	32,61

Obr. 3 Tahový diagram pro jednotlivý vzorek A

Tab. 2 Vypočtené moduly pružnosti

2.2.2 Měření sendvičových vrstev

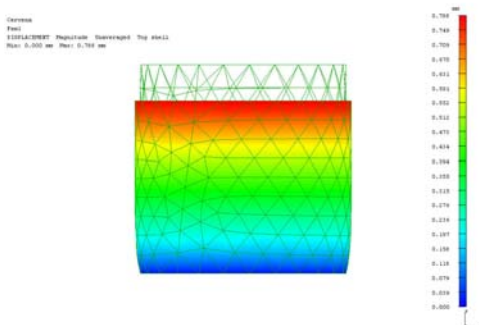
Na diagramu závislosti síly na deformaci je již vidět výraznější bod kluzu. Tato změna oproti měření jednotlivých materiálů může být zapříčiněna nepřesnostmi vzorků ve vrstvách, jejich nerovnostmi dosedacích ploch mezi jednotlivými vrstvami a skutečností, že jednotlivé vrstvy na sebe byly kladeny na sucho bez lepeného spoje. Tím mohlo dojít při vlastním zatížení k jejich vzájemnému nedefinovanému skluzu.



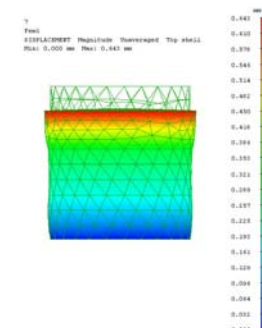
obr.3 Tahový diagram pro skládané vrstvy BCD

3 Výpočet

Výpočet byl prováděn metodou konečných prvků v systému I-DEAS. Pomocí výpočtu byly vypočteny porovnávací deformace k naměřeným hodnotám viz Tab.



Obr. 4 Výsledky výpočtu vzorku A



Obr. 5 Výsledky výpočtu sendviče BCD

Jednoduché	Zatěžující síla [N]	Naměřená deformace [mm]	Vypočtená deformace [mm]	Chyba vypočtené proti naměřené hodnotě [%]
A	1200	0,800	0,788	1,50
B	1410	1,000	0,985	1,50
C	2200	0,686	0,676	1,46
D	610	0,857	0,844	1,52
E	900	0,857	0,925	-7,93
Kombinace				
BCD	700	1,100	0,643	41,55
BDA	780	1,170	0,788	32,65
BAE	1200	1,600	1,058	33,88
EAD	760	1,360	0,801	41,10

Tab. 3 Porovnání výsledků naměřených a vypočtených hodnot

4 Závěr

Z tabulky výsledků (tab.3) je zřejmé, že pro výpočet jednotlivých materiálů jsou výsledky více než uspokojivé. Z toho vyplývá, že výpočet bude využitelný při návrhu výrobků z jednoho materiálu. Jiná situace vznikla u sendvičových struktur, kde při experimentálním ověřování hodnot nebyly, tak ideální podmínky jako u výpočtu. Hlavní příčina relativně velkých chyb byla zřejmě v nedokonalých styčných plochách vzorků, kde při zatížení došlo k prvotní deformaci nerovností a posléze až deformaci vlastních vzorků a druhý zásadní vliv na chybu měl zřejmě systém skládání vrstev materiálů, kdy u výpočtu je simulován ideální stav, kde se jednotlivé vzorky vzájemně neposunou na rozdíl od reálného měření.

Výše uvedené závěry se týkají pouze vhodnosti materiálu z hlediska pevnosti, je důležité brát v úvahu i ostatní vlastnosti materiálu ve vztahu k člověku (např. bezpečnost,), k životnímu prostředí, vlastnosti ekonomického charakteru atd. a to v celém životním cyklu výrobku, kromě provozní etapy (po namontování do automobilu) i v etapě návrhu, výroby, distribuce, likvidace.

Dalším postupem této práce bude zjistit podobným způsobem vhodnost dalších materiálů (epoxidové pěny, silikonové pěny atd.) a ověřit možnosti jejich kombinací pro použití na hlavové opěrky „nové generace“.

Literatura

- [1] Kolouch, J.: *Strojní součásti z plastů* – SNTL – Nakladatelství technické literatury - Praha, 1981, 260 stran
- [2] Lenert, J: *Mechanika kompozitních materiálů* – TU Ostrava, 2002, 120 stran
- [3] Matthews, F: *Finite element modeling of composite materials and structures* -RC Press, Cornwall VB, 2000, 216 stran