EAN 93
31. konference o experimentální analýze napětí
25.–27.5.1993 Měřín ČESKÁ REPUBLIKA

EXPERIMENTAL DETERMINING OF STRESS OF THE SANDWICH COMPONENTS AS MODELS ACCORDING TO NATURAL PATTERNS
EXPERIMENTÁLNE URČENIE NAMÁHANIA SENDVIČOVÝCH PRVKOV AKO MODELOV PODĽA PRÍRODNÝCH VZOROV

Billý J., Trebuňa F., Jurica V., Klinda A., Buršak M.

The article comprises distribution of internal motion quantities in individual parts of the sandwich supporting elements as models according to natural patterns, theoretical and experimental methodology of determining them and problems developing models including problems caused by pasting (glueing).

Prírodné materiály svojou štrukturálnou stavbou odolávajú vonkajšiemu zaťaženiu. Skúmať zákonitosti rozloženia vnútorných silových účinkov v nosných elementoch prírodných materiálov je preto potrebné len pri odpovedajúcich druhoch namáhania.

Na základe elektronomikroskopickej analýzy rezov vybraných prírodných biologických materiálov bolo zistené, že celý rad týchto materiálov má štrukturálnu stavbu analogickú sendvičovým nosným prvkom. Tieto pozostávajú z tenkých povrchových vrstiev s vyššími hodnotami materiálových charakteristík a ľahkého homogenného, alebo štrukturálneho jadra, ktoré vrstvy udržiava v danom rozostupe.

Pri zaťažení sendvičového nosného prvku sa vnútorné sily prenášajú povrchovými vrstvami a jadrom. Ich prenos zabezpečuje dokonalé spojenie vrstiev s jadrom a pri štrukturálnych jadrách tiež spojenie medzi štrukturálnymi prvkami jadra. Pre experimentálne určenie namáhania časti sendvičového nosného prvku bol riešiteľmi navrhnutý lepený model.

Lepenie má v súčasnosti pri tvorbe modelov pevné miesto, aj keď sa objavujú časté námietky proti používaniu lepených časti v praktických konštrukciach. Čiastočne je to preto, že chýbajú informácie resp. skúsenosti s lepením. Dodnes chýbajú teoretické základy a praxou potvrdené postupy dimenzovania zlepencov, ktoré by jednoducho a rukolapne zmysluplným spôsobom boli ohodnotené. Pre navrhovanie lepených spojov možno v zásade použiť dve možnosti a to experiment, ktorý je spojený s deštrukčnými skúškami a často vysokými nákladmi, alebo teoretický výpočet, ktorý predpokladá vhodný postup ako aj experimentálne určenie charakteristických mechanických veličín. Už v minulosti sa objavovali snahy teoreticky vyšetriť napätosť, alebo prinajmenšom dominujúce napäťové veličiny v oblasti spojenia lepením. Výpočtové postupy vychádzajú pritom z podmienok rovnováhy, ktoré sú formulované v diferenciálnej forme a vedú k riešeniu v uzavretom tvare. Predpokladom ale je zavedenie určitých zjednodušujúcich podmienok, ktoré sú rozdielne v jednotlivých prácach. V centre experimentálneho vyšetrovania je určenie tuhosti spojenia t.j. stredného napätia v šmyku pri porušení. Pritom ide o relatívne ľahko určené veličiny, ktoré slúžia ako ukazovatele spojenia. Nezávislosť tohoto postupu od rôznych počiatočných podmienok je základom pre jeho ďalšie rozšírenie. Na druhej strane len pri sústavne sa opakujúcich formách spojenia a kombináciach zlepencov a lepidla možno brať spojenie za odpovedajúce.

Uplatniť postupy dimenzovania lepeného spoja založené na tvarovom súčinitele, vyžaduje množstvo skúšok pre každú kombináciu materiálov zlepencov, lepidla i spôsoboch zaťaženia a vplyvu okolia. V mnohých prípadoch nie je možná jednoznačná interpretácia hodnoty pri ktorej dôjde k porušeniu, pretože nie je bezprostredne zrejme ktorá spájaná časť, alebo ktoré spojenie pri zaťažení zlyhalo. Zavedením súčiniteľa bezpečnosti nie je teda možné preklenúť ťažkosti týkajúce sa interpretácie špecifických veličín súvisiacich s porušením.

Výpočet sendvičových nosných prvkov je podrobne rozpracovaný v prácach Stamma [1,2,3], Langlieho [4] a Kleina [5]. V týchto výpočtových postupoch sú zavedené predpoklady,

ktoré boli z časti obsahom príspevku na EAN92. Pre homogenné jadro možno odvodiť pri symetrickom i nesymetrickom usporiadaní nosného prvku vzťahy pre šmykové napätie vo výške jadra i vzťah pre maximálne šmykové napätie. Tieto vzťahy sú funkciou ohybovej tuhosti nosného prvku, modulov pružnosti jadra i vrstiev, geometrických rozmerov a vzdialenosti stredných rovín vrstiev. Pri sendvičových prvkoch s ľahkým jadrom možno tzv. výpočtové charakteristiky tuhosti pre jednotlivé základné druhy namáhania podstatne zjednodušiť a matematicky dokázať, že šmykové napätie po výške jadra možno s dostatočnou presnosťou považovať za konštantné. Pri určení charakteristiky tuhosti pri šmyku pre homogenné izotropné jadro predpokladáme, že deformácia šmykom vyvolá vzájomné posunutie vrstiev. Normálovú silu vo vrstve považujeme za lineárnu funkciu posunutia, pričom konštanta úmernosti je závislá na geometrii a materiále jadra. Charakteristiku šmykovej tuhosti jadra možno vyjadriť pomocou uvedenej konštanty. Analytický postup určenia deformácie sendvičových nosníkov pre rôzne druhy uloženia a zaťaženia je založený na princípe využitia metódy superpozície deformácií od ohybu a šmyku. Za týmto účelom sú zostavené rôzne programy vrátane programov pre optimalizáciu.

Postupy výpočtu napätosti a deformácii sendvičových nosných prvkov z izotropných a ortotrpných vrstiev a štrukturálnych jadier izotropných i anizotropných sa najčastejšie usporiadajú tak ako pri nosných prvkoch s homogenným izotropným jadrom. V poslednom období veľmi často sú publikované práce súvisiace s riešením otázok charakteristických tuhosti jadier bunkového, voščinového, tubusového tvaru, ako i jadier vytvorených z rôzne ohýbaných (tvarovaných) plechov. Výpočtové postupy obsahujú určenie tuhosti v rôznych smeroch ak tieto sú rozdielne. Tubusové jadra sa prejavujú rovnakými charakteristikami v rovine kolmej na os tubusov. Pri jadrách z tvarovaných plechov ohýbaných profilov resp. rúriek, ktorých osi sú rovnobežné s vrstvami postup uvedený pre riešenie iných štrukturálnych jadier je nutné transformovať. Plochy elementov jadier sa vo výpočte nahradzujú fiktivnými stojinami s plochou odpovedajúcou ploche prvkov jadier

s presne definovanými rozostupmi .

Uvedené skutočnosti nás priamo nutia v ďaleko širšej miere aplikovať metódy experimentálneho výskumu napätosti a deformácii v sendvičových konštrukciach namáhaných na ohyb a získané výsledky experimentálneho výskumu konfrontovať s teoreticky určenými hodnotami. Za týmto účelom je experiment orientovaný na určenie základných charakteristik lepených spojov, pričom materiál zlepencov a lepidiel i geometria sú podobné ako na vyšetrovaných moduloch. Pre určenie napätosti v krycích vrstvách sú vrstvy vyrobené z opticky citlivých materiálov s reflexnou vrstvou a ako jadra sú použité rúrky vyrobené z materiálov, ktorých mechanické vlastnosti sú nižšie ako mechanické vlastnosti vrstiev. Riešený problém je súčasťou projektu A3/4 -6.

Litertúra:[1] Stamm K.Stahlbau 5/1984 str. 135-143.[2] Stamm K. Stahlbau 8/1984 str. 231-236.[3] Stamm K. Witte H Sandwichkonstruktion, Springer Verlag, Berlin New York 1974. [4] Langlie C. Stahlbau 10/1985 str. 301-308.[5] Klein B. Stahlbau 7/1986 str.205-213.

Billý Jozef Doc.Ing.CSc.
Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 04187 Košice, telefon 335 49.