

Československá společnost pro mechaniku při ČSAV

KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Texty přednášek ze semináře "Kompozitní materiály", pořádaného ČSM ve spolupráci s pobočkami
ČVTS ÚTAM a UT ve dnech 19. 2. a 19. 3. 1981

Pod vědeckou redakcí akademika J. Němce

Vydala
Československá společnost pro mechaniku při ČSAV
Praha, červen 1981

PŘEDMLUVA

Tento cyklus jsme připravovali již v roce 1973, z různých důvodů jeho realizace byla odkládána až do dnešní doby. Je možné, že to není ani tolik na škodu, že tak říkajíc dozrál čas, kdy již nejenom vědci, ale i většina inženýrů a učitelů, techniků, zahrnula do svého podvědomí existenci nové třídy materiálů, bez nichž zřejmě další technický pokrok je nemožný. Pokud totiž vezmeme v úvahu omezené surovinové zdroje na naší planetě, spolu s rostoucí populací a všestranně se rozvíjející technikou, pro niž je (stejně jako byla a bude) materiálová báze základním východiskem, a použijeme-li běžně užívaného rozdělení historie člověka podle materiálu, který v jeho éře převažoval a další vývoj usměřoval a předurčoval, můžeme nepochybně konstatovat, a to bez nadsázky, že stojíme na prahu kompozitního věku.

Člověk vynakládal v posledních desetiletích ohromné úsilí na zlepšování vlastností homogenních materiálů určitými modifikacemi jejich chemického složení nebo použitím náročnějších výrobních technologií k ovlivnění jejich fyzikální skladby, ve snaze přiblížit se k teoretickým hodnotám pevnosti, jež jsou řádově $0,01-1.10^7$ MPa, tj. asi $1/10 E$. Toto úsilí nebylo - v poměru k vynaložené námaze - zatím z mnoha důvodů úspěšné: ani nejnáročnějšími technologiemi se nepodařilo odstranit strukturní chyby (pory, dislokace, trhliny) v kompaktním materiálu, které snižují teoretické hodnoty pevnosti na pouhý zlomek.

Nejvíce se člověk přiblížil k teoretickým hodnotám pouze při výrobě tenkých a supertenkých vláken, kde se podařilo redukovat množství chyb a trhlin, i když variabilita vlastností vláken je značně vysoká a zůstává hlavním problémem. Např. pevnost skla se zvýšil od několika desítek MPa v kompaktním tvaru k 3500 MPa u vláken a ve speciálních případech až k 7000 MPa.

A tak vlastně v důsledku vlastní nedokonalosti a neschopnosti vytvořit dokonale kompaktní homogenní materiál se člověk obrátil po vzoru přírody druhým směrem, k vytváření materiálů vědomě, plánovitě nehomogenních, ve kterých chce žádaných vlastností dosáhnout kombinací vlastností jeho složek a jejich řízenou spoluprací.

Příroda po svém 3,5 miliardy let dlouhém evolučním vývoji nám ukazuje na nestíslném množství příkladů v rostlinné i živočišné biologii, že postup, spočívající ve vytváření velkého množství různých materiálů, každého pro jistý účel, jistě namáhání, je zřejmě ekonomičtější, než vytvářet jeden nebo několik universálních materiálů se všemi dokonalými vlastnostmi současně, z nichž však většina zůstává během služby materiálu nevyužita. K čemu by nám byl např. kov i s teoretickými vlastnostmi ve formě masivního materiálu? Téměř žádný výrobek není namáhán homogenně v celém průřezu, délce, objemu, a tak valná část energie vložená do přípravy takového materiálu by přišla nazmar.

Vraťme se ještě jednou do přírody. Prakticky každá pevná část živého organismu je kompozit: kost je kompozit z ohebných a podajných kolagenních vláken a tvrdého a křehkého apatitu, rovněž tak jsou kompozity cévy, tepny, kůže, vlasy, nehty, zuby atd. Stejně tak prakticky každá pevná část v rostlinné říši je vytvořena kompozitním materiálem: dřevo je tvořeno z celulosových vláken (ohebných, ale pevných v tahu) a ligninu jako jejich pojivem; k zajištění tuhosti; kompozitním systémem je každá část každé rostliny.

Setrvačnost a konservatismus v myšlení lidí jsou značné, a tak i když dnes většinou materiálůvých a konstrukčních inženýrů je směr vývoje zřejmý, přístup ke zkoumání materiálů se často mnoho nezměnil: většina výzkumů se omezuje na fenomenologický přístup, na jistý způsob materiálového kuchaření a zkoumání výsledků tohoto kuchařského umění.

Dílčích analytických výsledků máme dnes tolik, že jsme jimi přehlceni, aniž bychom je strávili. V současné době by se mělo proto ve výzkumu věnovat daleko větší úsilí syntéze dosavadních poznatků než dalším konkrétním a drahým analýzám.

Ruku v ruce s vývojem a výzkumem materiálů musí nezbytně jít i vzdělávání techniků a inženýrů, kteří si především musí uvědomit nezbytnost komplexnosti přístupu, nezbytnost posuzovat současně všechny vlastnosti použitých složek kompozitu a jejich interakce v závislosti na interakci s okolním prostředím a samotným využíváním, nezbytnost postoupit od projektování výrobku z daných materiálů k současnému návrhu výrobku i jeho materiálu, jeho materiálové kompozice. Inženýr se musí naučit vidět v materiálu systém namísto hmoty s nějakými vlastnostmi, tak jako vidí systém ve stroji, v budově, v mostu, v konstrukci na rozdíl od laika, vidícího např. budovu jako prostředek k ochraně před počasím, nebo most jako prostředek jak se dostat suchou nohou z jednoho břehu na druhý, nebo stroj jako zařízení na výrobu punčocháčů.

Hlavním účelem tohoto cyklu je stručně shrnutí současného stavu znalostí o různých typech kompozitů tak, aby vlastnosti současných materiálů mohly být srovnány navzájem a s příslušnými homogenními (nebo chcete-li kmenovými) materiály. Dalším cílem je poskytnout představu o současných výrobních technikách a aplikacích kompozitů, zkrátka seznámit s chováním, tvorbou a s možnostmi kompozitů, zvýšit jistotu při jejich aplikaci a dát podnět k řešení řady technických problémů s nimi spojených.

Richard A. Baroš