

2.4 KOMPOZITY

Kompozity sú vývojovou skupinou materiálov pre vysoké namáhanie, najmä vtedy, keď sa požaduje jeho vysoká pružnosť. Sú to materiály, ktoré vznikli kombináciou existujúcich jednoduchých materiálov a využitím poznatkov fyzikálnej metalurgie. Základná hmota – *matrica* má funkciu pojiva. Druhá zložka (*vlákna, vrstvy alebo disperzné častice*) má spevňujúci účinok. Medzi kompozitné materiály možno zaradiť celú škálu materiálov. Najčastejšie sa chápe ako kompozit látka, ktorá spĺňa tieto podmienky:

- Bola vytvorená umelo,
- Skladá sa najmenej z dvoch, chemicky výrazne odlišných zložiek,
- Zložky majú z makroskopického hľadiska rovnomerné rozloženie v celom objeme.
- Výsledné vlastnosti kompozitov sú odlišné od vlastností zložiek.

Tieto podmienky vylučujú združené prírodné materiály (napr. drevo, ako združený materiál s ligninovou matricou, vystuženou celulóзовými vláknami), plátované materiály, atď.

V závislosti od vlastností možno kompozity rozdeliť na:

1. Kompozity s vysokými mechanickými vlastnosťami,
2. Kompozity so špeciálnymi fyzikálno – chemickými vlastnosťami.

Prvá skupina kompozitov sa používa ako konštrukčný materiál, druhá skupina sa používa predovšetkým ako funkčný materiál, napr. v meracích prístrojoch.

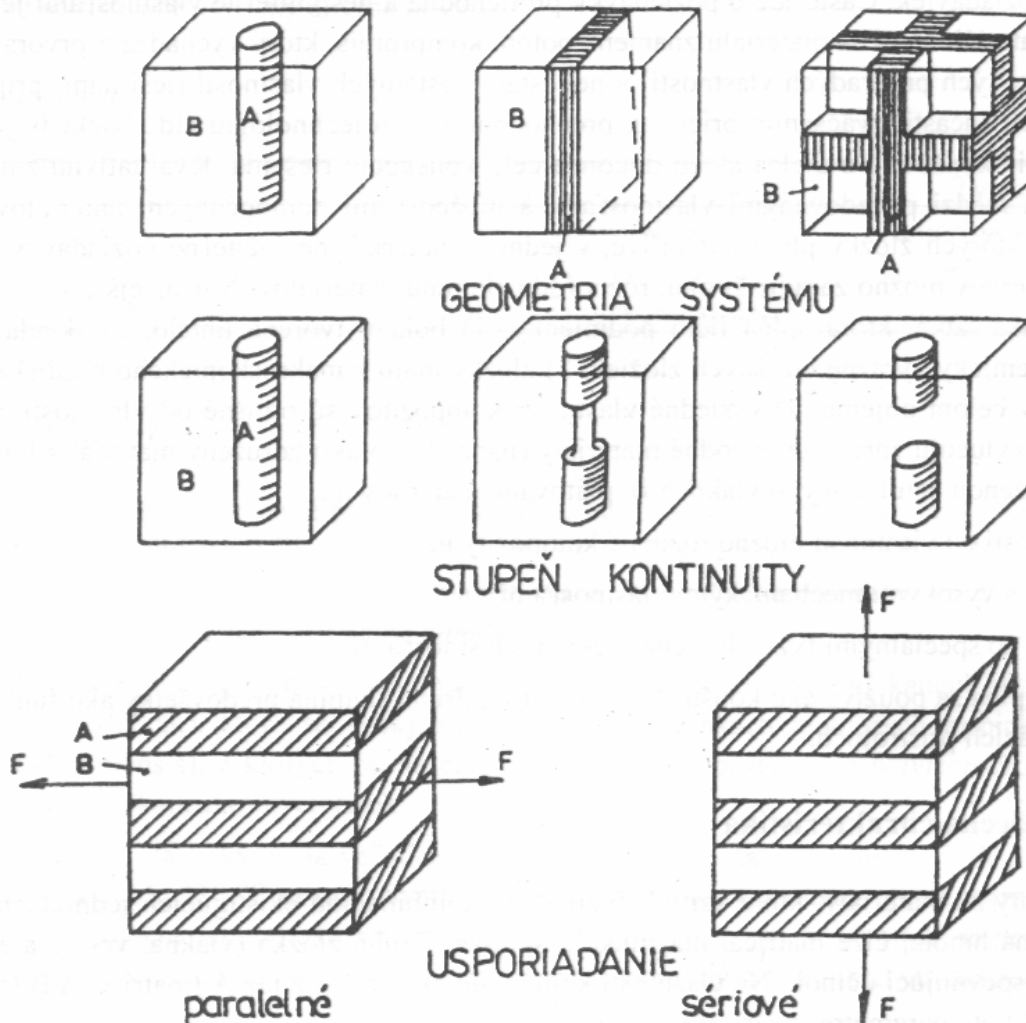
Na vlastnosti kompozitov zložených z fáz A (matrica) a B (spevňujúca fáza) majú vplyv hlavne nasledovné parametre (*obr.1*):

- Objemový podiel zložiek V_A, V_B .
- Geometria systému
 - jednosmerná kontinuálna fáza (vlákna, tyčinky),
 - dvojrozmerná kontinuálna fáza (doska, lamela),
 - trojrozmerná kontinuálna fáza (priestorové sieťovíe).
- Stupeň kontinuity – od úplnej kontinuity až po fázu rozdelenú na diskkrétne častice (*uvedené rozdelenie dovoľuje chápať aj systémy „matrica – disperzné častice sekundárnej fázy“ (napr. perlit, sorbit) ako kompozity a vytvára prechod ku klasickým materiálom*).
- Usporiadanie fáz (extrémami sú usporiadania paralelné a sériové).

Mechanické vlastnosti kompozitov najviac ovplyvňuje usporiadanie fáz (A – matrica a B – spevňujúca fáza). Vlastnosti kompozitu môžeme považovať za *približne* aditívne a dajú sa odvodiť od vlastností východiskových zložiek. *Hoci však ide o fyzikálne kombinácie, môže pri vzniku kompozitov dochádzať k niektorým chemickým interakciám, takže vlastnosti určitej fázy v kompozitu sa môžu líšiť od vlastností príslušnej východiskovej zložky. Tiež sa môže uplatniť vplyv fázového rozhrania (rozhranie môže byť prekážkou pri šírení trhliny kompozitným materiálom).*

2.4.1 Príklady kompozitných materiálov

Najbežnejšie sú kompozity na báze **polymérov**. Skoro všetky biologické systémy sú zložené z polymérov, ktoré spĺňajú alebo funkcie mechanické (drevo, kosti, koža), alebo vplývajú v prírode na chemické reakcie (lístie, bunky). Človek po tisícročia využíval prírodné



Obr. 1 Charakteristické parametre kompozitov

polyméry, ale až v tomto storočí boli vyvinuté polyméry syntetické. V súčasnosti existuje veľký počet kompozitov na báze polymérov, ktorý sa každoročne zvyšuje. Môžeme ich rozdeliť na:

1. Impregnované pórovité materiály (kompozity na báze keramiky, betónu a dreva).
2. Makroskopické kompozity (kompozity, v ktorých makromolekulárna látka vytvára makroskopicky spojitú fázu – napr. vrstvené materiály (lamináty), tvrdý papier (umakart), tvrdené tkaniny (textgumoid)).
3. Vystužené polyméry (kompozity vytvorené spojením vystužného materiálu (plniva) a makromolekulárnej látky – kompozity s práškovým plnivom (sadze, minerálne látky ako SiO_2 , oxidy kovov) a kompozity s vlákňitým plnivom (vlákna sklené, bórové, azbestové, bavlnené, celulózoové, grafitové, kovové)).

Vedľa kompozitov s matricou z plastov majú ako konštrukčné materiály najväčší význam **kompozity s kovovou matricou**. **Kovové kompozity** sú vývojovou skupinou materiálov na vysoké namáhanie, keď požadujeme zároveň aj vysoký podiel pružnosti. Kompozity s kovovou matricou môžeme rozdeliť na:

1. *Kompozity s matricou spevnenou disperznou diskontinuálnou fázou.* Ide o častice karbidov, nitridov a intermetalických fáz. Tieto materiály sa vyrábajú prevažne práškovou metalurgiou. Možno sem zaradiť kompozitné materiály ako Hliník SAP (Sintered Aluminium Powder), DispAl, TD Nickel, disperzne spevnené žiarupevné zliatiny a

disperzne spevnené antikoročné a žiaruvzdorné ocele. Pre svoje vlastnosti (vysoká pevnosť, vysoká odolnosť voči rekryštalizácii, vysoká žiarupevnosť, korózna odolnosť) majú svoje použitie hlavne v leteckom (plynové turbíny leteckých motorov), raketovom, automobilovom priemysle a pri stavbe reaktorov.

2. *Vláknové kompozity.* Vysokú pevnosť zloženého materiálu zabezpečuje kovová matrica a súčasné zvýšenie modulu pružnosti zabezpečuje materiál vlákna. Zaraďujeme sem kompozity s hliníkovou matricou, titánovou matricou, horčíkovou matricou a žiarupevné kompozity. Výstuže vláknových kompozitov možno rozdeliť do troch skupín:

- Drôtky (dlhé drôty s priemerom 2 až 250 μm),
- Vlákna (krátke tenké drôty),
- Whiskery (krátke monokryštály s priemerom rádovo 1 μm).

Vlákna (prípadne drôtky) majú pevnosť v ťahu 2 000 až 4 000 MPa. Sú väčšinou usmernené, preto združený materiál má výraznú anizotropiu vlastností. Tento materiál sa vyrába práškovou metalurgiou, zalievaním vlákien základným materiálom alebo valcovaním kovových fólií matrice, ktoré sú prekladané vláknami.

3. *Kompozity tvorené doštičkovými, tyčinkovými (vláknitými) alebo celulárnymi eutektikami.* Nádejným systémom je napr. Al – Al₂ Cu.

2.4.2 Postup práce na cvičení

1. Osvojiť si systém rozdelenia a identifikácie kompozitných materiálov.
2. Na základe metalografického štúdia vzoriek kompozitných materiálov schématicky zakreslite a popíšte pozorovanú mikroštruktúru. Porovnajte prípadné štruktúrne odlišnosti a vysvetlite, čím sú vyvolané. Vyhodnoťte v % podiel spevňujúcej fázy.
3. Na základe merania vnútorného tlmenia kompozitného materiálu Mg – Al₂O₃ stanovte vplyv amplitúdy deformácie na vnútorné tlmenie kompozitu.

2.4.3 Kontrolné otázky

1. Definujte kompozitné materiály.
2. Ako delíme kompozity?
3. Z akých materiálov sa skladá výstuž kovových kompozitov?
4. Uveďte príklady kovových kompozitov a príklady ich použitia.
5. Aká štruktúra je typická pre eutektické kompozity?

2.4.4 Použitá literatúra

- [1] Pluhař, J. – Beneš, V.: Konštrukční a nástrojové materiály, ES ČVUT Praha, 1980
- [2] Skočovský, P.: Nové konštrukčné materiály, skriptá IPV ZVL, Žilina, 1984
- [3] Skočovský, P.: Nové konštrukčné materiály – Vybrané kapitoly, ES VŠDS, Žilina, 1995
- [4] Skočovský, P.: Materiály a technológia II – Kovové a keramické materiály, plasty a kompozity, skriptá, TRION, Banská Bystrica, 1998