

Polimer nanokompozitok

Beszélgetés Pukánszky Bélával

Először is hadd kérdezzem meg, hogy mi a különbség a kompozit és a nanokompozit között.

Épp a minap vitatkoztam egy fiatalemberrel, aki a miénktől eltérő területen dolgozik; ők már akkor is kompozitról beszélnek, amikor két szilárd anyagot egyszerűen összekevernek. A mi felfogásunk szerint a kompozit egy polimerből, műanyag mátrixból áll, amelyben egy másik komponenst, általában töltő- vagy erősítőanyagot diszpergálnak. Ez utóbbi viseli a terhelést – mert sokkal szilárdabb és merevebb, mint a műanyag –, a polimer pedig az erősítőegységek között közvetíti a terhelést. Kompozitokat már régóta alkalmaznak – az egyiptomi építészet ezeken alapszik, de a vályog is, ami szalmával erősített agyag. Műanyag kompozitokat az ötvenes évek óta használnak. Ezek általában térhálós gyanták, amelyekhez kezdetben üvegszálakat, később szénszálakat vagy szerves szálakat adtak. Ma is sok ilyen anyagot használnak például a hadiiparban, a repülőgépgyártásban, az űrhajózásban, a Forma-1-es autókban, a sporteszközökben.

A nanokompozit annyiban különbözik ettől a kompozittól, hogy erősítőanyagának legalább egyik dimenziója nanoméretű. Lemezeken egy, szálakon kettő, gömbök esetén három dimenzió tartozik a nanoméret-tartományba. Mi elsősorban montmorillonittal dolgoztunk: ebben a szilikátban a lemezek vastagsága nanoméretű, a másik két kiterjedés tizedmikronos, mikronos nagyságú. A nanoméretű anyagok fajlagos felülete – az egy grammra jutó felület – óriási: több száz, esetleg ezer négyzetméter/gramm. Ez a nagy felület a kölcsönhatások következtében megváltoztatja a mátrix tulajdonságait. Elvileg kis mennyiségű anyaggal is nagy erősítést, illetve tulajdonságváltozást érhetünk el.

A kis anyag felülete nem összefüggő. Van ennek jelentősége?

Igazából nincs. Az erősítőanyag és a polimer határfelületén kialakul egy határfázis, amelynek tulajdonságai mind az erősítőanyag, mind a mátrix jellemzőitől különböznek. A felülettől függ, hogy mennyi határfázis keletkezik – ez nyilván meghatározza a tulajdonságváltozás mértékét is. De ez csak egy tényező. Az is fontos, hogy az erősítőanyagoknak a terhelés irányában kell állniuk, tökéletesnek kell lennie az adhézióknak, és bizonyos méretkövetelményeket is ki kell elégíteni.

Professzor úr említette az előadásában, hogy a nanokompozitok eddig nem váltak be szerkezeti anyagként. Szkeptikusnak tűnt ezekkel a nanorendszerrel szemben.

Azon a területen, ahol én dolgozom, eredetileg úgy képzelték, hogy ezekkel az erősítőanyagokkal kiváltható az üvegszál és a szénszál. A hagyományos kompozitokban pár tíz százalék erősítőanyagot alkalmaznak – a „pár tíz” a repülőgép- vagy autóiparban 60–70 százalékra is felmehet, a hőre lágyuló műanyagok esetében inkább 30 százalék a maximum. Azt várták, hogy ezek helyett az értékek helyett egy-két százalék erősítőanyaggal ugyanaz az eredményt el lehet érni. Eddig még egyetlen munka sem győzött meg arról, hogy ez az elképzelés iparilag megvalósítható. Ennek elsődleges oka az, hogy nem sikerül nanoméretű diszperziót létrehozni. Minél kisebbek az erősítőanyagok, annál inkább hajlamosak az összetapadásra: nagy a felületi energiájuk, és inkább egymással lépnek kölcsönhatásba, mint a polimerrel. Tehát nem hoznak létre valódi nanoméretű szerkezeteket, ezért az erősítés nem lesz akkora, mint amekkorát várni lehetett. A probléma bonyolult: egyelőre nem sikerül megfelelően jellemezni ezeknek az anyagoknak a szerkezetét, ezért kontrollálni sem sikerül kellőképpen.

A „szkepticizmusomhoz” az is hozzájárul, hogy a „nano” divat lett, sok áltudós megpróbálja meglovagolni. Számos cikk semmilyen használható információt nem tartalmaz, esetenként még káros is. És zavar, ha valaki nem tudományos alapon dolgozik, hanem hiedelmekre hagyatkozik.

Lassan-lassan mégis megindul a nanokompozitok felhasználása. Szeretném megkérni, hogy említsen néhány alkalmazást.

Igen, már szerkezeti anyagként is használják őket néhol, kis mennyiségben, ami – különösen gazdasági szempontból – nem áttörés. Példát is bemutattam az előadáson: a General Motors egyik kis teherautójának a platóját készítették ilyen anyagból; lökhárítóban is használták; a Toyota vezérláncának a burkolatát egy ideig szintén nanokompozitból alakították ki. Valószínűleg nem volt kifizetődő, hiszen ezek az erősítőanyagok önmagukban sem olcsók, a homogenizálás nem könnyű, ami szintén növeli az árat, így a kompozit drágább lesz, mint az alapanyag. Tehát nem látszik az áttörés a szerkezeti anyagok területén.

Máshol azonban már megjelentek az alkalmazások. Például a szén nanocsöveket felhasználják az elektronikában és vezető műanyagok előállítására. Ez azért fontos, mert egy bányában nem szabad hagyományos műanyag eszközökkel dolgozni: ezek szigetelők, tehát elektromosan feltöltődnek, és kisüléskor bányalégrobbanást okozhatnak. Ugyanezért műanyag csővezetéseken nem szabad oldószereket sem szállítani – a műanyagot bizonyos

fokig vezetővé kell tenni. Korábban 8–10 százalék koromtöltést használtak ebből a célból, ma már néhány tizedszázalék szén nanocső is elég. A lehetőségek tárháza nagy, és erősen vizsgálják a potenciális alkalmazási területeket. Az előadáson is bemutattam egy vezető festéket, amely lopás ellen védi a terméket, egyedi módon; a nanolemezek gázzárásra használhatók a csomagolóanyagokban. A műanyagok egyik nagy hátránya, hogy éghető; egyes nanokompozitok visszaszorítják ezt a tulajdonságot. Mi azzal próbálkozunk, hogy hatóanyag-hordozónak használjuk a nanokompozitokat: adalékokat diszpergálunk nanocsövek segítségével a műanyagban.

Tehát úgy gondolom, hogy a funkcionális alkalmazásnak igenis van jövője, de még sok kutatás szükséges ahhoz, hogy ipari gyakorlattá váljék.