



Polimer mátrixú kompozitok töltőanyag tartalmának vizsgálata

Investigation of filler content of polymer matrix composites

Ráthy Istvánné Dr., Dr. Pinke Péter, Dr. Fábián Enikő Réka, Nagyné Halász Erzsébet

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest
Magyarország, rathy.istvanne@bgk.uni-obuda.hu*

Összefoglalás

Polimer bázisú szemcsés kompozitok szerkezeti vizsgálatait végeztük modern vizsgálati módszerekkel. Különböző összetételű és különböző fröccsöntési sebességgel készített kompozit lapok álltak rendelkezésünkre. Polipropilén mátrixba többféle mérettartományba tartozó üvegyöngy, különböző tömegszázalékos mennyiségben volt bekeverve. Vizsgálataink során a szemcsés kompozitok töltőanyag tartalmát és eloszlását a gyakorlatban széles körben alkalmazott vizsgáló berendezéssel, pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM), illetve ipari komputertomográffal (CT) tanulmányoztuk.

Kulcs szavak: szemcsés kompozitok, szerkezeti vizsgálatok, SEM, CT

Abstract

Structural investigations of polymer-based particulate composites were carried out using modern test methods. We had composite sheets with different compositions and different injection molding speeds. Glass beads of various size ranges were mixed in polypropylene matrix in various weight percentages. In our investigations, the filler content and distribution of the particulate composites were studied using a widely used test equipment, a scanning electron microscope (SEM) and an industrial computer tomography (CT).

Keywords: granular composites, structural investigations, SEM, CT

1 Bevezetés

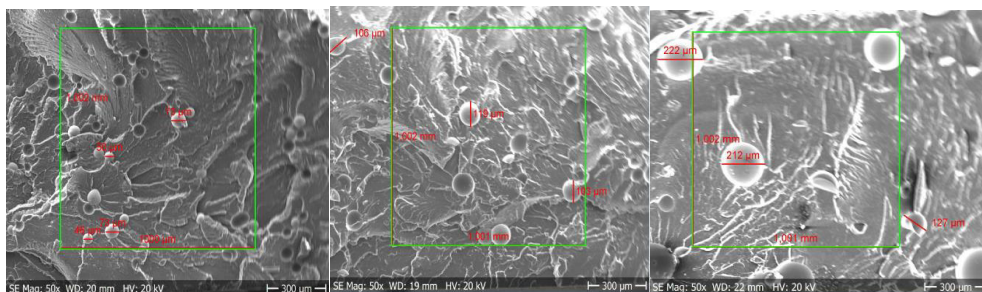
Különböző összetételű és különböző fröccsöntési sebességgel készített szemcsés kompozit lapokat vizsgáltunk. A polipropilén (PP) mátrixú kompozit három különböző mérettartományba tartozó üvegyöngy (0-75 μm , 75-125 μm , 125-250 μm) töltőanyagú és kétféle üvegyöngy tartalmú volt (10, és 40 tömeg%). Vizsgálataink során modern diagnosztikai eszközként pásztázó elektron-mikroszkópot (SEM) és ipari komputertomográfot (CT) alkalmaztunk. A pásztázó elektronmikroszkóp egy elektronoptikai eszköz, amely egy irányított vékony elektronnyalábbal letapogatja a vizsgált minta egy meghatározott területét [1]. Az elektronnyaláb és az objektum közötti kölcsönhatásból származó jeleket a detektorok érzékelik, és megfelelő feldolgozás valamint az elektronnyaláb mozgásával történő szinkronizálás után megjelenítik azokat [2]. Esetünkben az üvegyöngyök mennyiségét, méretét és eloszlását vizsgáltuk fröccsöntött mintalemezek (80x80x2 mm) előre meghatározott tartományaiban. A számítógépes tomográfiai berendezés 2D röntgen kép

sorozatot készít a vizsgált tárgyról, amelyben a minta mindig elfordul egy meghatározott kis szögértékkel [3]. Ez addig ismétlődik, amíg a minta teljes 360 fokot körbefordul, így minden szögben (a beállított szögértéknek megfelelően) készül röntgenkép. A 2D felvételek alapján 3D rekonstrukciókat lehet készíteni megfelelő szoftverrel [4], amelyek megmutatják a vizsgált részek, esetünkben az üveggyöngyök eloszlását.

2 Pásztázó elektronmikroszkópi vizsgálatok (SEM)

2.1 Különböző gyöngyátmérőjű, azonos gyöngy-tömeg százaléku minták SEM elemzése

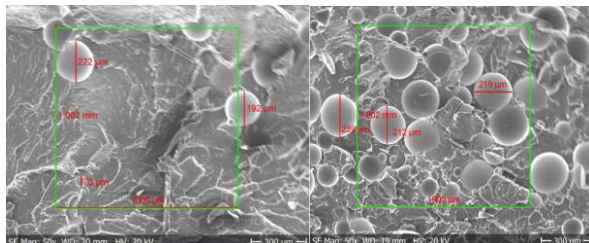
Az elektronmikroszkópos vizsgálathoz csak megfelelően előkészített mintákat lehet felhasználni. A 80x80x2 mm-es lapok nem helyezhetők be a mintatartóba. Ezért először ki kellett vágni megfelelő méretű, azonosítható mintákat. A lemezeket a befröccsöntési gáttal párhuzamosan középen kettévágtuk, majd rá merőlegesen, 10 mm-es sávokat vágtuk le úgy, hogy a mintalemez bal alsó részéből 4 mintalap készüljön. A mintákat külön-külön eltörtük Charpy-féle ingás ütőműn. A vizsgálati mintákat vezetőképpessé kellett tenni. A vezetőképpesség érdekében a minták vizsgálandó felületét arany gőzöléssel vontuk be. Az 1. ábra a szemcsés kompozit törésfelületéről származó SEM felvételeket mutat (10 tömeg% üveggyöngy-tartalom mellett). A képek felhasználhatók az üveggyöngyök méretének és térfogatarányának meghatározására. A felvételek azt mutatják, hogy a mátrix és az üveggyöngyök között a tapadás jó, a PP mátrix megfelelő adhézióval kapcsolódik az üveggyöngyökhöz, ebből adódóan a törési folyamat a mátrixban ment végbe. A SEM képek azt is mutatják, hogy az üveggyöngyök eloszlása nem egyenletes. Nagyszámú SEM-kép elemzésekor lehet csak az üveggyöngy-tartalomra és az üveggyöngyök méret-eloszlására vonatkozó következtetéseket levonni az adott kompozitban.



1. ábra - Különböző gyöngyátmérő tartományú (0-75 μm , 75-125 μm , 125-250 μm), azonos tömegszázalékú (10%) kompozitok törésfelületei

2.2 Azonos gyöngyátmérőjű, különböző gyöngy-tömeg százaléku minták SEM elemzése

Míg az előzőekben bemutatott kompozitokban az üveggyöngyök tömegszázaléka azonos volt, addig a jelen kompozitokban azonos gyöngyátmérő tartományú gyöngyök képezték a fröccskeverék töltőanyagát, de különböző tömegszázalékban. A 2. ábra bal oldali képe a 10%-os üveggyöngy-tartalmú kompozit SEM felvételét mutatja, míg a jobb oldali törésfelület a 40% üveggyöngyöt tartalmazó kompozit SEM felvétele. A törésfelületen mérhető a gyöngy átmérője és meghatározható a gyöngyök száma is (felület egységre vonatkoztatva).

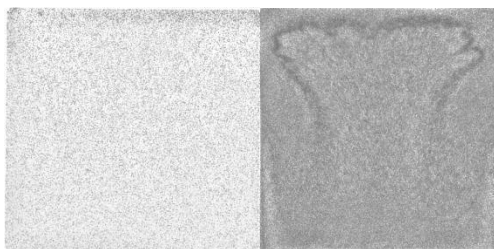


2. ábra - Azonos gyöngyátmérő tartományú (125-250 μm), és különböző tömegszázalékú (10% és 40%) kompozitok töretfelületei

3 Röntgen berendezéssel végzett vizsgálatok (CT)

3.1 Azonos gyöngy átmérőjű és azonos fröccsöntési sebességű minták 2D CT elemzése különböző tömegszázalékban

A 3. ábra a teljes fröccsöntött kompozit lemez (80x80x2mm) 2D CT-képeit mutatja (10 tömeg% és 40 tömeg% üvegyöngy-tartalom mellett). Különböző mennyiségű üvegyöngyöt tartalmazó kompozitok különböző fröccsöntési mintázatokat mutattak, kezdve a homogén eloszlástól az „alagút” alakon át a „vulkanikus” alakig. A képek sötétebb részei az üvegyöngyök sűrűségének növekedését jelzik.



3. ábra - Azonos gyöngyátmérő tartományú (125-250 μm), azonos fröccsöntési sebességű (5cm³/s), de különböző tömegszázalékú (10m% és 40m%) kompozitok 2D CT felvételei

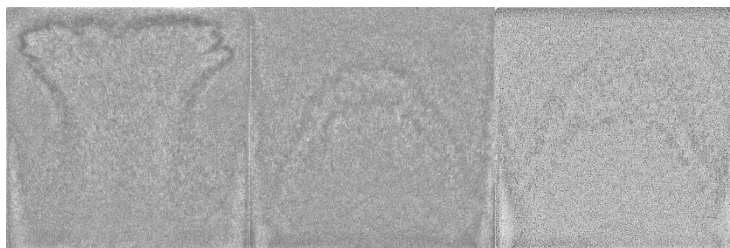
3.2 Azonos gyöngy átmérőjű és azonos tömegszázalékú, de különböző fröccsöntési sebességgel készült minták 2D CT elemzése

A fröccsöntés különböző sebessége (5, 20, 80 cm³/s) a gyöngyök eltérő eloszlását eredményezte. Amint a 4. ábrán látható, az üvegyöngyök sűrűsége „vulkán” és „alagút” alakú. A képek sötétebb részei az üvegyöngyök sűrűsödését mutatják.

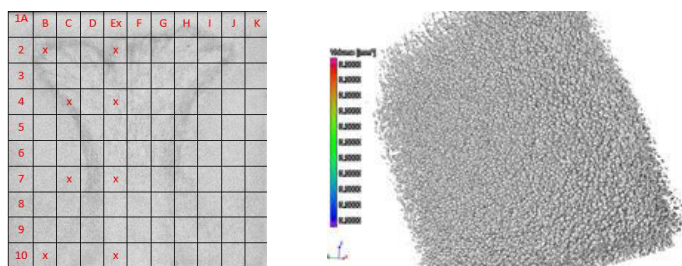
3.3 A minták 3D CT analízise

A 3D CT mérések felhasználhatók az üvegyöngyökben dúsabb és ritkább területek, illetve tartományok helyének meghatározására. Ez pontos áttekintést nyújt az üvegyöngyök eloszlásáról a fröccsöntési út mentén. Az üvegyöngy mennyiségét és méretbeli eloszlását négyzetháló segítségével definált tartományokban végeztük. Az 5. ábra (bal oldali felvétel) a fröccsöntött lapkák 3D CT mérésre kijelölt tartományaira mutat példát (az x-el jelölt helyek). Az 5. ábra jobb oldali képe az üvegyöngyök térbeli eloszlását mutatja 3D rekonstrukció után. A kompozit lemez átlagos üvegyöngy-tartalma 40 tömeg% volt, amely 18,8 térfogat% -nak felel meg. Vizsgálataink során megállapítást nyert, hogy az üvegyöngy tartalom a „sötétebb” tartományokban az elméletinél

nagyobb volt, míg a „világosabb” tartományokban az elméleti üvegyöngy tartalomhoz közelítő értékeket mutatott. Az 5. ábra bal oldali CT felvételén pl. a 2B tartományban 23,7 térfogat% a mért üvegyöngy tartalom, míg a 10E-ben 15 térfogat%.



4. ábra - Azonos gyöngyátmérő tartományú (75-125 μm), azonos tömegszázalékú (40%), de különböző fröccsöntési sebességgel készített kompozitok 2D CT felvételei



5. ábra - A 4007505 minta 2D CT felvételén az x-szel jelölt helyek a bal oldalon, a jobb oldalon az üvegyöngyök 3D eloszlása látható

4 Konklúzió

A 3D CT mérések felhasználhatók fröccsöntött kompozitban az üvegyöngyök eloszlásának meghatározására. Ez a mérési módszer pontos áttekintést nyújt az üvegyöngyök eloszlásáról a fröccsöntési út mentén. A SEM és a CT vizsgálati módszerek hatékony eszközt jelentenek a töltőanyag (méret, térfogat) és a szemcsés kompozitok fröccsöntési paramétereinek megtervezésében, illetve a töltőanyag egyenletes eloszlásának biztosítása érdekében.

Köszönetnyilvánítás

A leírt vizsgálatokat egy, a Nemzeti Versenyképességi és Kiválósági Program által támogatott projekt részeként hajtottuk végre - NVKP_16-1-2016-0038.

Hivatkozások

- [1] Goldstein, J. I. et al. (2018), Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. Springer International Publishing, 4th ed., Germany.
- [2] J. Elek, L.A. Gömze, (2013) Scanning electron microscopic study of glass container degradation in infusion solution, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 47.
- [3] Carmignato, S., Dewulf W., Leach R. (eds.), (2018), *Industrial X-ray Computed Tomography*. Springer International Publishing, Germany.
- [4] Reinhart, C. (2010), VG Studio MAX: Application examples from science and industry, High-Resolution X-ray CT Symposium, Dresden, Germany.