

8.

POLIMER ALAPÚ MÁGNESES NANOKOMPOZITOK IMPULZUSLÉZERES ABLÁCIÓVAL TÖRTÉNŐ ELŐÁLLÍTÁSA AZ OLAJSZENNYEZÉSEK LEHETSÉGES KEZELÉSE ÉRDEKÉBEN

**Gera Tamás^{1,2}, Kondász Bence^{1,2}, Smausz Tamás^{1,2}, Kopniczky Judit¹, Ajtai Tibor^{1,4},
Hodovány Szabolcs^{1,5}, Ambrus Rita³, Csóka Ildikó³, Hopp Béla^{1,2}**

¹ Szegedi Tudományegyetem, Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, Szeged

² Szegedi Tudományegyetem, Interdiszciplináris Kutatásfejlesztési és Innovációs Kiválósági Központ, Szeged

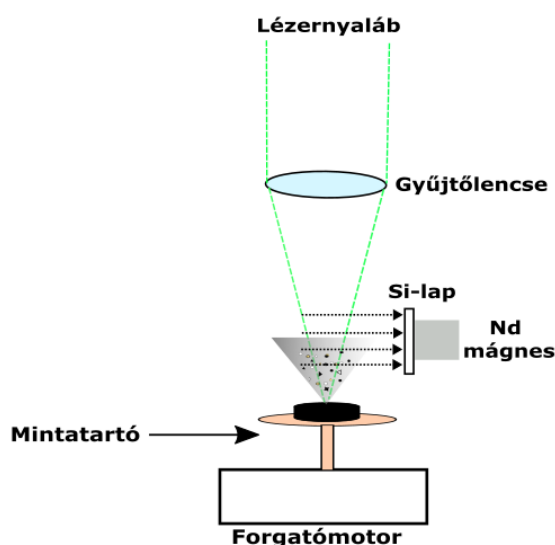
³ Szegedi Tudományegyetem, Gyógyszertechnológiai és Gyógyszerfelügyeleti Intézet, Szeged

⁴ HUN-REN-SZTE Fotoakusztikus Környezetifolyamat-megfigyelési Kutatócsoport, Szeged

Az olajszennyezések napjainkban komoly és sürgető környezeti veszélyt jelentenek a tengeri ökoszisztémák egészségére és fennmaradására nézve. Ez a probléma egyre inkább ráirányítja a figyelmet arra, hogy olyan hatékony, ugyanakkor környezetbarát technológiák kidolgozására van szükség, amelyek képesek a szennyezett területek eredményes helyreállítására. Jelen tanulmányban azt vizsgáltuk, hogy az impulzuslézeres abláció (PLA) módszere miként alkalmazható polimer alapú mágneses nanokompozitok előállítására, amelyek potenciálisan felhasználhatók az olajszennyezések eltávolítására.

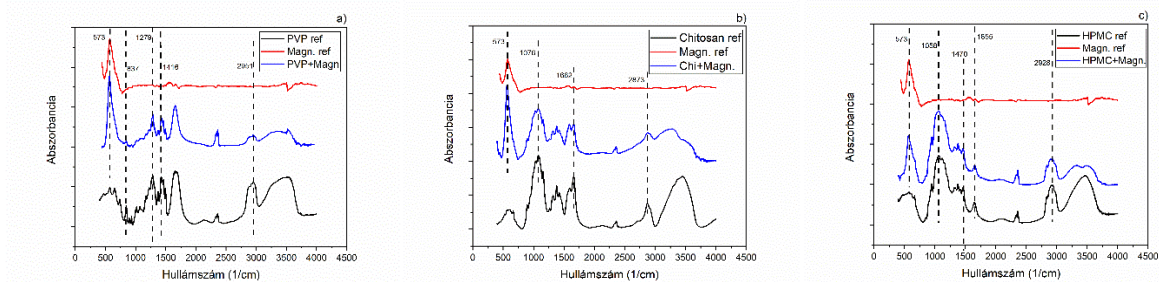
A kutatás során háromféle polimert – polivinil-pirrolidont, kitozánt és metil-cellulózt – vizsgáltunk. Ezeket önállóan is gyakran alkalmazzák különféle olaj-eredetű szennyeződések eltávolítására, mivel kiváló abszorbens tulajdonságokkal rendelkeznek. Az utóbbi időben azonban egyre elterjedtebbé vált, hogy ezeket a polimereket magnetit nanorészecskékkel (NP-k) kombinálják, mivel a magnetit is jelentős abszorbens képességgel bír, emellett külső mágneses tér segítségével könnyedén irányítható. A polimerek és a magnetit nanorészecskék együttes alkalmazása lehetővé teszi a szennyeződések eltávolítási hatékonyságának növelését. Ezen túlmenően, a mágneses tulajdonságoknak köszönhetően, külső mágneses tér segítségével az abszorbeált olaj rendkívül egyszerűen és gyorsan eltávolítható a tisztítani kívánt környezetből, ami jelentős előnyt jelent a gyakorlatban. (1–5)

Az impulzuslézeres abláció technikáját alkalmazva sikerült abszorbens, mágneses tulajdonságokkal rendelkező kompozit részecskéket előállítanunk, mégpedig úgy, hogy különböző anyagok keverékéből présseléssel tablettákat készítettünk, majd ezeket vetettük alá a lézeres kezelésnek. Az így létrehozott mágneses kompozitokat a kísérletek során külső mágneses tér segítségével gyűjtöttük össze, ami lehetővé tette az anyagok hatékony és egyszerű szeparálását a környezetből.



1. ábra Kísérleti elrendezés

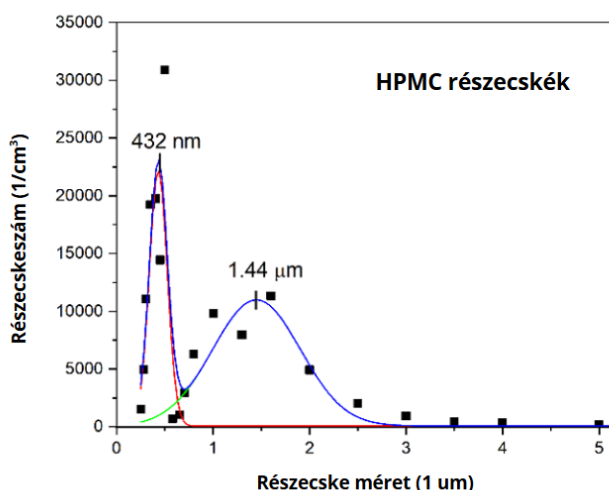
A létrehozott kompozit anyagok kémiai összetételének részletes vizsgálatát Fourier-transzformált infravörös (FTIR) spektroszkópia, valamint Raman-spektroszkópia alkalmazásával végeztük el. Az elvégzett mérések eredményei egyértelműen azt mutatták, hogy a létrehozott kompozitokban mindkét komponens változatlanul, azaz kémiai szerkezetükben sértetlenül, bármiféle kémiai átalakulás nélkül maradt jelen.



2. ábra A lézerrel kezelt kompozitok FTIR spektrumai

3.

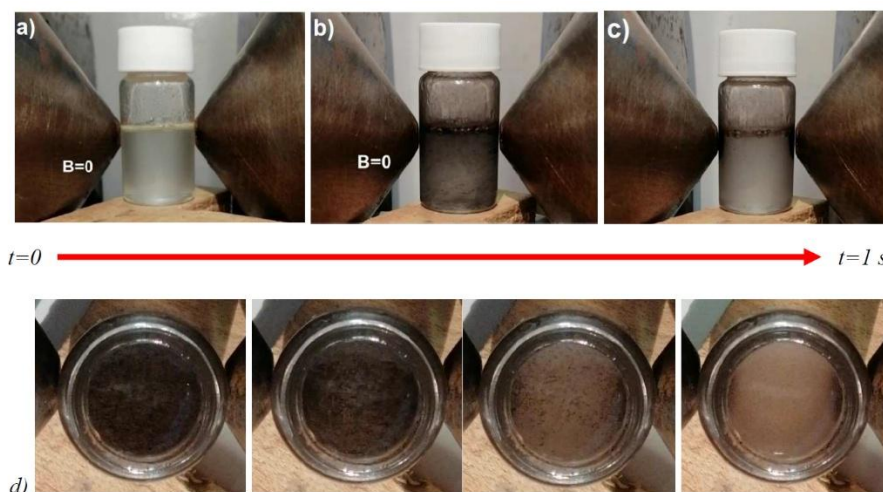
A nanokompozitokban található részecskék méreteloszlásának meghatározásához a Leica képfeldolgozó és elemző rendszert alkalmaztuk, amely képes nagy pontosságú méretanalízist végezni, továbbá optikai részecskeszámláló technikát is használtunk. Az eredmények alapján kimutatható, hogy az impulzuslézeres abláció (PLA) környezetkímélő, kevés lépésből álló eljárás a mágneses nanokompozitok előállításához. Ezzel a módszerrel jellemzően 400 nanométertől 4 mikrométerig terjedő mérettartományba eső részecskéket sikerült előállítani, ami a technológia hatékonyságát és előállítási kontrollját igazolja.



4. ábra Méreteloszlás HPMC esetén

5.

A kifejlesztett kompozit anyagok gyakorlati alkalmazhatóságát teszteltük. A kísérletek során olajos vízbe kevertük az előállított kompozit részecskéket, s egy külső mágneses mező segítségével sikeresen végrehajtottuk az olaj/víz szeparációt, vagyis a kompozitok lehetővé tették az olaj gyors és egyszerű eltávolítását a vízfelszínről, igazolva ezzel a technológia működőképességét és potenciális gyakorlati hasznosíthatóságát.



6. ábra. A szeparációs folyamat szemléltetése

7.

Ezek az eredmények alátámasztják, hogy a módszer ígéretes lehet a mágneses nanokompozitok előállításában, amelyeket az olajszennyezések gyors, kontrollált és környezeti szempontból fenntartható helyreállítására alkalmazhatunk.

Felhasznált irodalom

- [1] M. M. S. Abdullah, H. A. Al-Lohedan, Fabrication of Environmental-Friendly Magnetite Nanoparticle Surface Coatings for the Efficient Collection of Oil Spill. *Nanomaterials* **11**, 3081 (2021).
- [2] Y. C. López, G. A. Ortega, E. Reguera, Magnetic detergent with potential application for diesel spills removal from seawater. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* **561**, 120–127 (2019).
- [3] W. F. Elmobarak, F. Almomani, Application of Fe₃O₄ magnetite nanoparticles grafted in silica (SiO₂) for oil recovery from oil in water emulsions. *Chemosphere* **265**, 129054 (2021).
- [4] K. B. Debs, D. S. Cardona, H. D. T. da Silva, N. N. Nassar, E. N. V. M. Carrilho, P. S. Haddad, G. Labuto, Oil spill cleanup employing magnetite nanoparticles and yeast-based magnetic bionanocomposite. *J. Environ. Manage.* **230**, 405–412 (2019).
- [4] M. Karzar Jeddi, O. Laitinen, H. Liimatainen, Magnetic superabsorbents based on nanocellulose aerobeads for selective removal of oils and organic solvents. *Mater. Des.* **183**, 108115 (2019).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a „Gyógyszerkutatás és fejlesztés” pályázat (TKP2021-EGA-32) támogatásával valósulhatott meg.