

Műszaki Kémiai Tudományos Bizottság Anyagtudományi- és Szilikátkémiai Munkabizottság

PhD hallgatók anyagtudományi napja

2021. november 8.

Előadás összefoglalók

Az összefoglalók sorrendje az előadások időrendjét követi.

A hallgatók által beküldött összefoglalókat a szervezők minden további korrektúra nélkül teszik közzé.

Utolsó módosítás: 2021 november 4.

Üvegkerámiával erősített állati eredetű biosablonok

Jakab Miklós*¹, Dr. Eniszné Dr. Bódogh Margit¹

¹*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, Anyagmérnöki Intézeti Tanszék*

*jakab.miklos@mk.uni-pannon.hu

A humán implantológia területén kiemelten fontos olyan szerkezeti anyagok előállítása, amelyek a biokompatibilitás mellett kiváló mechanikai tulajdonságokkal is rendelkeznek. A fém alapú implantátumok helyettesítésére szolgáló bioanyagok már az 1960-as évek óta jelen vannak az orvostudomány területén. A hierarchikus szövetszerkezettel rendelkező állati eredetű biosablonok alkalmazási lehetőségeinek és tulajdonságainak feltárása azonban még napjainkban is erősen kutatott terület. A biomorf kerámiák előállítása során a cél az, hogy ezen biológiai szerkezeteket vigyük át mesterségesen előállított termékekre természetes anyagból nyert „biosablonok” felhasználásával. A meglévő szerkezet további mechanikai erősítése és biológiai tulajdonságainak javítása érdekében felületaktív üvegkerámia bevonatot alkalmaztunk.

A kutató munka során szarvasmarha csontot használtunk vázként, melyre különböző impregnálási módszerekkel vittünk fel eltérő adalékanyagokat tartalmazó bioüveg frittet. A sablonok hőkezelését követően meghatároztuk a felületen kialakított bevonat fázisösszetételét, mikroszerkeztét és fajlagos felületét. A mechanikai tulajdonságok változását mikrokeménység méréssel és hajlító szilárdság meghatározásával követtük nyomon. A próbatestek biokompatibilitását humán sejtvonalakon végzett citotoxikológiai vizsgálattal ellenőriztük.

Illóolajokra adszorpció tulajdonságainak a vizsgálata politejsav szemcséken

Virág Lilla*, Dr. Bocsi Róbert, Dr. Pethő Dóra

Pannon egyetem, MOL Ásványolaj és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Veszprém

*virag.lilla@mk.uni-pannon.hu

A biológiailag lebomló polimerek szerepe az iparban folyamatosan növekszik. Kedvező tulajdonságaik következtében alkalmasak lehetnek a kőolaj-alapú polimerek helyettesítésére. A biológiailag lebomló polimerek csoportjába sorolható a politejsav (PLA), melyet széles körben alkalmaznak, mint orvostechikai eszközök, implantátumok, csomagoló fóliák, szálak és szövetek. Alkalmazási területeit egyes tulajdonságai, mint például kis mechanikai szilárdsága korlátozzák. A különböző adalékok, mint például az illóolajok hatással vannak a polimer tulajdonságaira. Az illóolajok a PLA-nak egyrészt antimikrobiális tulajdonságokat kölcsönöznek, emellett lágyítják a polimert. Lágyító tulajdonságuk végett, megváltoztatják a polimer szerkezeti és mechanikai tulajdonságait, melynek következtében változtatják a polimer adszorpció tulajdonságait.

Különböző illóolajok alkalmazása mellett vizsgáltuk PLA mikroszemcsék adszorpció kapacitását különböző illóolajokra nézve, az illóolaj koncentráció függvényében. Három féle illóolaj oldatával végeztük el a kísérletet, három különböző illóolaj koncentráció és kétféle oldószer alkalmazása mellett. Vizsgáltuk továbbá, hogy a szemcsék illóolaj felvétele milyen kapcsolatban van az illóolajok oldhatósági paraméterével.

A két különböző típusú PLA granulátumból előállított szemcsehalmazok illóolaj felvétele közel azonos volt mindkét vizsgált oldószerben. Mindegyik minta esetében azt lehetett tapasztalni, hogy az felvett illóolaj fajlagos értéke csökkent a vizsgált oldat koncentrációjának csökkenésével. Összefüggés fedezhető fel a PLA szemcsehalmaz által megkötött illóolajok mennyisége és az illóolajok Hansen-féle oldhatósági paramétere és annak komponensei között.

Plazmakezelés nyomtatott áramkörti panelek forraszthatóságának javítására

Kocsis Eszter*¹, Lukács Attila, Szalai István

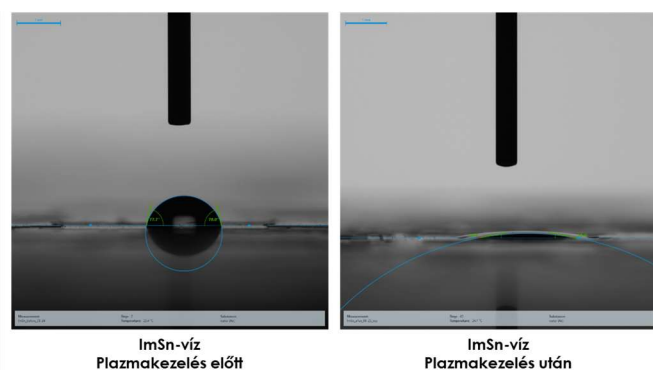
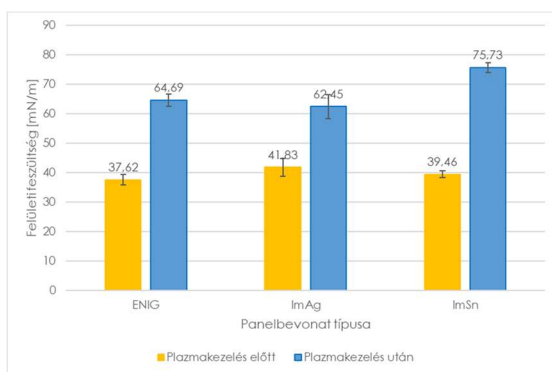
¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Veszprém

*kocsis.eszti125@gmail.com

Az elektronikai szerelvények ólommentes forrasztásának folyamata során szükség van a fémfelületek oxidmentesítésére, valamint a nedvesítés elősegítésére. Ehhez jelenleg nélkülözhetetlen a különböző folyasztószer használata. Folyasztószer alkalmazásával azonban megbízhatósági kockázatnak tesszük ki a termékeket. Kutatásom célja az ólommentes forrasztás során alkalmazott folyasztószer használatának minimalizálása, új, alternatív felületkezelési módszer bevezetése és értékelése.

Az iparban alkalmazott felületkezelési eljárások közül az atmoszférikus nyomású, formálógázból (5% H₂) előállított nagyfeszültségű plazmával történő kezelés hatását figyeltem meg. Munkám során három különböző anyagi minőségű, az elektronikai gyártásban széles körben használt panelbevonatot tanulmányoztam: immerziós ón (ImSn), immerziós ezüst (ImAg) és kémiai nikkel-arany (ENIG). A plazmakezelés hatékonyságának szemléltetése érdekében a mintákat felületkezelés előtt és után is vizsgáltam. A felületi feszültség változását peremszögméréssel határoztam meg, a nyugvócsepp módszer segítségével. Ipari felhasználhatóság szempontjából, a plazmakezelés hatékonyságát befolyásoló fontos tényező a levegőn való tárolhatósága, ezért az idő függvényében is tanulmányoztam a felületkezelés hatását.

A mért peremszögek mindhárom panelbevonat esetében csökkentek, a felületi feszültség értékek pedig nőttek a plazmakezelés hatására. Szignifikáns változás tapasztalható, főként az immerziós ón panelbevonat esetén. Szabad levegőn 24 órával a plazmakezelés után a peremszög és felületi feszültség értékek a kiindulási állapothoz közelítenek. Folyasztószer alkalmazásával a plazmakezelés előtti és utáni állapot is forrasztható, a nedvesítési erő értékekben azonban növekedés figyelhető meg, amely a plazmakezelés pozitív hatásának köszönhető. A vizsgált bevonatok közül az immerziós ezüst bevonat esetén tapasztalható a legjelentősebb változás.



EZ A MUNKA AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM KOOPERATÍV DOKTORI PROGRAM DOKTORI HALLGATÓI ÖSZTÖNDÍJ PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.

Kaolin és trassz tartalmú keverékek mechanokémiai aktiválása és puccolános reaktivitása

Óze Csilla^{*1}, Dr. Kristófné dr. Makó Éva²,

Pannon Egyetem, Anyagmérnöki Intézet, Veszprém

[*ozezsilla96@gmail.com](mailto:ozezsilla96@gmail.com)

Napjainkban a rohamosan fejlődő építőipar cementigénye és a szigorú környezetvédelmi szabályozás miatt a kutatások előterébe kerülnek a cement kiegészítőanyagok, amelyek alkalmazásával a gyártás energiaigénye és CO₂ kibocsátása csökkenthető. A trassz és a termikusan aktivált kaolin (metakaolin), nagy aktív szilícium-dioxid tartalmukból adódóan puccolános reaktivitással bírnak. Alkalmazásuk csökkenti a felhasznált cementklinker mennyiségét és a gyártás energiaigényét, ezen felül előnyös tulajdonságokat adnak a betonnak. A puccolánosan reaktív kaolin előállításához a termikus aktiválás helyett gazdasági és környezetvédelmi szempontból ígéretes módszer a jelenleg széles körben vizsgált mechanokémiai aktiválás.

Szakmai munkámban különböző (25:75, 50:50, 75:25 és 100:0) tömegarányú kaolin és trassz tartalmú keverékeket mechanokémiai módon aktiváltam a kaolinit teljes (100%) és részleges (kb. 90 %) amorfizációjáig, ahol 1:11 őrlmény:őrlőtest tömegarányt és 400 min⁻¹ fordulatszámot alkalmaztam. A mechanokémiai aktiválásnál végbemenő szerkezeti és morfológiai változásokat röntgendiffrakcióval, infravörös spektroszkópiával, termikus analízissel, pásztázó elektronmikroszkóppal, valamint fajlagos felület méréssel tanulmányoztam. Cement kiegészítőanyagként az aktivált minták puccolános reaktivitását habarcs próbatestek szilárdságvizsgálatával jellemeztem. A próbatesteket 90% CEM I. 42,5 N portlandcementből és 10% trasszból vagy mechanokémiai módon aktivált keverékből készítettem. Megvizsgáltam még a habarcs bedolgozhatóságát, a próbatestek testsűrűségét, vízfelvételét és porozitását.

Meghatároztam, hogy a kaolinit fázis teljes amorfizációjához 240 perces őrlésre volt szükség. Ez az idő 25%, 50% és 75% trassz adagolásával 110, 60 és 30 percre csökkent. A kaolinit részleges (90%) amorfizációja a 25:75 és 75:25 tömegarányú mintáknál már 40 és 20 perces őrlés után bekövetkezett. A trasszt vagy mechanokémiai módon aktivált keveréket (kiegészítőanyagot) tartalmazó próbatestek 28 napos nyomószilárdsága minden minta esetén elérte a referencia cement próbatestét. Ezen felül az összetételben azonos teljesen és részlegesen amorfizált kaolinitet tartalmazó próbatestek nyomószilárdsága közel azonos volt. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a trassz adagolása a kaolinit amorfizációjához szükséges őrlési időt és energiaigényt kedvezően csökkenti, valamint a kaolinit részleges amorfizációjával jó puccolános reaktivitással rendelkező cement kiegészítőanyag állítható elő.

Műszerfejlesztés mágneses folyadékok frekvencia- és hőmérsékletfüggő komplex mágneses szuszeptibilitásának mérésére

Decsi Péter^{*1}, Szalai István²

¹Pannon Egyetem, Mechatronikai Képzési és Kutatási Intézet, Zalaegerszeg

²Pannon Egyetem, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, Veszprém

*decsi.peter@mk.uni-pannon.hu

A mágneses folyadékokat intelligens anyagoknak tekinthetjük. Egy kis permeabilitású folyadékban nanométeres nagyságrendű ferromágneses részecskéket diszpergálva olyan anyagot kapunk, amely reagál a rá ható mágneses térrel, az anyag tulajdonságai megváltoznak. Kis mágneses térerősség esetén a részecskék orientálódnak, a térerősség növekedésével eleinte láncokba, majd összetettebb struktúrákba rendeződnek.

Ezen tulajdonságaik számos alkalmazásban kihasználhatók, többek között az orvostudományban célzott hatóanyag célba juttatásra, daganatok célzott kezelésére hipertermiával, illetve a gépészetben tömítésekben, tengelykapcsolókban vagy lengéscsillapítókban. A részecskék dinamikai tulajdonságainak, a köztük lévő kölcsönhatásnak és a részecskék energiaszintjének meghatározására alkalmas módszer a frekvenciafüggő komplex mágneses szuszeptibilitás mérése.

Egy mérőműszert mutatunk be, amellyel mágneses kolloidok és magnetoreológiai folyadékok komplex mágneses szuszeptibilitása mérhető 263 K és 313 K között, valamint 1 Hz és 100 kHz közötti frekvenciakálán. A mérési elv egy differenciál-transzformátoros cellán alapul, amelyben a szekunder tekercsekben indukált feszültséget lock-in technikával mérjük, így meghatározható a szuszeptibilitás valós (a mágnesezettségre vonatkozó) és képzetes (a veszteségeket jellemző) része is.

A szuszeptibilitásról ismert, hogy függ a hőmérséklettől is, ezért a minta termosztálását is megvalósítottuk, a mágneses tér minél kisebb mértékű megzavarása érdekében réz hőcserélő és laboratóriumi termosztát, valamint egy hőszigetelt doboz segítségével. A Lock-In erősítőt vezeték nélküli hálózaton keresztül LabView környezetben megvalósított automatizált szoftveren keresztül vezéreljük.

Az elméleti modellek szerint a kezdeti (DC) szuszeptibilitás a hőmérséklet növekedésével csökken. A hőmérséklet növekedésével a részecskék termikus energiája is növekszik, ezáltal a relaxációs idő csökken, vagyis a szuszeptibilitás valós részének csökkenése magasabb frekvencián következik be.

A mérési eredményekre a Cole-Cole féle relaxációs modellt illesztettük, amelynek segítségével meghatározható a kezdeti szuszeptibilitás és az anyag relaxációs időállandója. Az illesztés jósági foka 0,996 felett van, a számított Brown relaxációs idő 283 K-en 89,5 ms, 298 K-en 2,6 ms.

Bemutatjuk a mérőműszer felépítését, a mérések és a számítások menetét. Az eredmények között két Ferrotec ferrofluidum és két Lord magnetoreológiai folyadék méréseivel szemlélítjük a műszer és a mérési módszer alkalmazhatóságát. Mérési adataink jól korrelálnak a Debye elmélet egyenleteivel és megfelelő egyezést mutatnak más mágneses szuszeptibilitás mérési eredményekkel, a berendezés jó ismétlési pontossággal rendelkezik. A továbbfejlesztés során törekszünk a mérési idő csökkentésére és a szuszeptibilitás nemlineáris részének mérésével egészítjük ki.

Szárazjeges tisztítás ionos szennyezettség csökkentő hatásának vizsgálta

Tóth Zsolt*, Lukács Attila, Szalai István

Pannon Egyetem Mérnöki Kar

*zsolt.toth.hu@gmail.com

Az elektronikai gyártás során a forrasztott kötések kialakításához az összekötendő fémfelületeket általában folyasztószerrel kezelik. A folyasztószer a fémfelületeken levő oxidréteget eltávolítja, csökkenti a forrasztóanyag felületi feszültségét annak érdekében, hogy megfelelő forrasztási kötés alakulhasson ki. A forrasztási folyamat után visszamaradt ionos szennyeződés kockázatot jelenthet a termék életciklusa során. Hatására növekedhet a nem kívánt jelenségek (elektrokémiai migráció, korrózió) előfordulása. A forrasztási folyamatot követő szárazjeges (CO₂) lefúvás csökkentheti a felületen található maradványok mennyiségét. A hatás mechanikai és termikus jelenségek, valamint a szublimáció kombinációjának köszönhető. Jelen munkában a módszer hatékonyságának vizsgálata tisztított és kontrol minták lokális ionos szennyezettség (C.I. korrózivitási index) meghatározásával, kvantitatív FTIR spektroszkópiával, valamint mikroszkópos felvételek numerikus analízisével történik. A nedvesíthetőségi tulajdonságok vizsgálata ülcsepp módszerrel meghatározott kontaktszög mérésen alapul.

A CO₂ tisztítás alkalmazható a folyasztószerekből származó ionos szennyeződések nagyfokú eltávolítására. A vizsgálatok kémiai-ón és nikkel-arany (electroless nickel immersion gold) bevonatok esetében is megerősítették ezt a felvetést. A nedvesíthetőségi vizsgálatok eredményeiből azt is meg lehet állapítani, hogy a szárazjeges tisztítás nem változtatja meg a bevonat nedvesíthetőségét.

A vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a szárazjeges tisztítás a forrasztásnál általánosan használt folyasztószer maradványok, a gyenge szerves savak (WOA), illetve más ionos szennyeződések eltávolítására hatékonyan alkalmazható. A minta hőmérsékletének szabályozásával és harmatpont felett tartásával mérsékelhető a párásozás, így a maradványok oldott formában nem szennyezik vissza a felületet. Megállapítható tovább, hogy a CO₂ kezelés nem növeli a folyasztószer nélküli fémbevonat nedvesíthetőségét. A tisztítási folyamat ipari környezetre való optimalizálása további kutatási témákat alapolhat meg.

EZ A MUNKA AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM KOOPERATÍV DOKTORI PROGRAM DOKTORI HALLGATÓI ÖSZTÖNDÍJ PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.

Különböző falvastagságú inverz opálok előállítása atomi rétegleválasztás segítségével

Karajz Dániel Attila^{1*}; Halápi Levente¹; Dr. Parditka Bence²; Dr. Szegedi Ágnes³; Dr. Lukács István⁴,
Dr. Szilágyi Imre¹

¹ Analitikai és Szervetlen Kémia Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

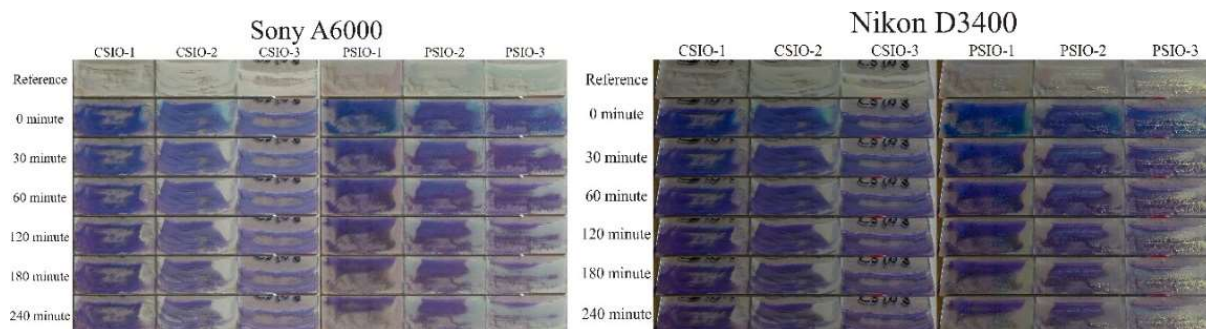
² Szilárdtest Fizikai Tanszék, Természettudományi és Technológiai Kar, Debreceni Egyetem

³ Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezatkémiai Intézet

⁴ Magyar Tudományos Akadémia, Energiatudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

*E-mail cím: karajz412@edu.bme.hu

Különböző formájú és összetételű titán-dioxid alapú anyagok kutatása kiemelt a fotokatalízis területén.^[1] Egy a rengeteg megvalósítható struktúrák közül, amely alkalmas fotokatalizátorként, az inverz opál szerkezet. Titán-dioxid inverz opálok rendelkeznek fotonikus tulajdonságokkal, ám ezek más elemek, részecskék, illetve ionok adalékolásával még tovább javíthatóak.^[2] Az inverz opál struktúrája már magában is nagy hatással lehet a végső fotokatalitikus hatékonyságra, ennek oka, hogy a fotonikus kristályokra jellemző úgynevezett fotonikus tiltott sáv jellege függ a szerkezettől. A legfőbb szerkezeti függés az inverz opál üregeinek mérete adja, amit a kiindulási templát megválasztásával befolyásolhatunk, nem mellesleg bonyolultabb, két különböző méretű részecskéből készült templát segítségével is előállíthatjuk az inverz opált.^[3,4]



Ábra 1. Fotokatalízis kísérlet közben készült fotók

Jelen tanulmány egy új lehetséges útvonal felderítésére tesz kísérletet, hogy befolyásoljuk a fotonikus tulajdonságokat: vagyis az opál templát részleges bevonásával. Alapvető esetben a templátot teljes feltöltése mellett kapjuk az inverz opál szerkezetet. Gyanítjuk, hogy a templát részleges bevonása másodlagos üregeket hagy majd az inverz opál szerkezetben és ez befolyásolhatja a végső termék optikai tulajdonságait, esetleg magát a fotonikus tiltott sávot. Az opál templátokat vertikális depozíció segítségével állítottuk elő polisztirol (300 nm átmérő) és szén (458 nm átmérő) nanogömbökből. A templátokat atomi rétegleválasztás segítségével bevontuk 16.5 nm, 34.3 nm és 49.7 nm TiO_2 réteggel, majd a templátokat kiégettük, így összesen 6 különböző mintát vizsgáltunk. A TiO_2 inverz opálokat SEM, EDX, XRD DR UV-Vis és reflexiós UV-Vis módszerekkel. Fotokatalízis vizsgálatokat is folytattunk Raman spektroszkópia és digitális fényképezőgéppel.

[1] K. Nakata, A. Fujishima, J. Photochem, C. Photobiol, Photochem. Rev., 13 (2012), pp. 169-189

[2] J. Yu, J.Y. Lei, L.Z. Wang, J.L. Zhang, Y.D. Liu, J. Alloys Compd., 769 (2018), pp. 740-757

[3] Rick C. Schrodén, Mohammed Al-Daous, Christopher F. Blanford, and Andreas Stein, *Chem. Mater.* 2002, 14, 8, 3305–3315

[4] Zhongyu Cai, Jinghua Teng, Zhigang Xiong, Yanqiang Li, Qin Li, Xianmao Lu, and X. S. Zhao, *Langmuir* 2011 27 (8), 5157-5164

A membrán anyagának szerepe a bioelektrokémiai rendszerekben

Szakács Szabolcs*, Bakonyi Péter, Koók László, Bélafi-Bakó Katalin, Nemestóthy Nándor

Pannon Egyetem; Egyetem utca 10 ; Veszprém

Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Csoport

* szakacs.szabolcs@mk.uni-pannon.hu

A bioelektrokémiai rendszerek (BER) a különböző szennyvizek kezelésében, tisztításában egyre kiemelkedőbb szerephez jutnak. Sokféleségük lehetővé teszi, hogy a környezetvédelmi szempontú előnyeik mellett értékteremtő potenciáljukat kihasználva új technológiák kifejlesztésének alapjául szolgáljanak. A BER, mint mikrobiális katalizátorokra (élő sejtek, enzimek) építő platform jellegzetességeit tekintve eredeztethetőek a galván- illetve elektrolizáló cellákból, attól függően, hogy milyen reakciók végrehajtására használjuk fel őket. A BER alapjának tekinthető mikrobiális üzemanyag cellák (MFC) esetében kémiai energiát alakítunk át elektromos energiává, míg az úgynevezett mikrobiális elektrolízis (MEC) és szintézis cellákban (MESC) elektromos energia felhasználásával történik valamilyen kémiai jól definiálható komponens előállítása. Mind a két esetben elektrokémiai aktív mikrobák (EAM) felhasználásával. Az EAM-ák mellett a másik kulcs fontosságú eleme a BER-nek a membrán, melyen keresztül az ionvándorlásnak meg kell történnie egy jól működő rendszerben. Fontosságából adódóan sokat kutatott interdiszciplináris terület, melybe beletartozik a membrán fejlesztése, gyártása és vizsgálata, ezért kifejezetten hasznos az e területen dolgozóknak az anyagmérnök szemlélet és tudás. A membránok alapvetően három csoportba sorolhatóak anyagukat tekintve: szerves (polimerek), szervetlen (kerámia/ üveg) és fémes. Melyek más-más módon viszonyulnak az adott rendszerhez.

Kompozitálás lehetőségei 3D nyomtatás területein

Kámán András¹, Dr. Egedy Attila¹, Jakab Miklós²

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató Fejlesztő Központ, Veszprém, Magyarország

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Anyagmérnöki Intézeti Tanszék, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, Veszprém, Magyarország

*kaman.andras@mk.uni-pannon.hu

A 3D nyomtatás, egy additív gyártástechnológiai (additive manufacturing) eljárás, ami virtuálisan elérhető testek különböző anyagokból történő előállítását teszi lehetővé egymást követő rétegek létrehozásával. A 3D nyomtatás korunk egyik leggyorsabban fejlődő iparága, amit főként flexibilitásának köszönhet. A kb. 40 éves technológia csak a 2000-es évektől kezdett el bekerülni az otthonokba, 2010-es évektől már az átlagembernek is megfizetethető áron állt rendelkezésére. Felhasznált anyagok alapján igencsak eltérő megoldások keletkeztek a 3D nyomtatók területén, a legelterjedtebb műanyag 3D nyomtatók között is igen nagy eltérés lehet a felhasznált technológiákban.

Az egyik legnagyobb hátránya ezeknek az additív gyártástechnológiáknak, a kész termékek mechanikai tulajdonságainak romlása a réteges felépítésük következtében. Ezt kiküszöbölendő egyre elterjedtebben használnak fel különféle kompozit anyagrendszereket. A műanyag FDM (fused deposit modeling) nyomtatóknál terjedt el főként széles körben az anyagrendszerek különböző módszerekkel történő kompozitálása. Ezeknek a kompozit anyagrendszereknek az előállításához és nyomtatásához kopásálló alkatrészekre van szükség, egyes megoldásoknál további modifikációk igen csak drágítják az eljárásokat. Ilyen anyagrendszerek előállításához nélkülözhetetlen a szálhúzó extrúder megépítése. Habár maga az extrúder régóta alkalmazott egyszerű gyártóeszköz, a 3D nyomtatásra alkalmas szál átmérőjének biztosítása bonyolult feladat, ami a piacon kapható igen drága gépeknek is sokszor nehézséget jelent.

Azonban nem csak a műanyagok nyomtatása során alkalmaznak beágyazott anyagokat, cement és egyéb építőipari nyomtatás során elengedhetetlen kompozitálás alkalmazása a mechanikai igénybevételek miatt. Habár már a piacon is elérhető nyomtatók állnak rendelkezésre cement nyomtatás területén, a technológia kiforratlansága és felhasználásából adódó méretei miatt ezen a technológia még bőven rendelkezik megoldandó kihívásokkal. Ezen kihívások vizsgálatának érdekében, egy Leapfrog Creatr nyomtató átalakításával, asztali geopolimer/cement nyomtató létrehozását kezdtem meg.

A 3D nyomtatott termékek végső tulajdonságait nagyon sok nyomtatási paraméter befolyásolja, azok részletes vizsgálata időigényes folyamat. További befolyásoló tényezők a környezeti hatások, főként a felhasznált anyag tárolásakor és a nyomtatáskor fellépő hatások. Ilyen például a főként higroszkópos anyagokat befolyásoló páratartalom és a modell környezetében lévő levegő hőmérséklete. Ezeknek a hatásoknak a figyelmen kívül hagyása katasztrofális következményekkel járhat, mint például a terméket felépítő rétegek elválása. Ezt megelőzendő a nyomtatási tér elzárása és annak hőmérsékletének és páratartalmának a szabályozása szükséges lehet problémás anyagok felhasználása esetén.

Amfifil molekulákból önszerveződött molekuláris rétegek kialakítása; a rétegeképzés körülményeinek hatásvizsgálata felületanalitikai módszerekkel

Kocsisné Pfeifer Éva^{*1}, Telegdi Judit², Gyurika István Gábor¹

¹Pannon Egyetem, (PE) Veszprém

²MTA Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézet, (MTA TTK AKI) Budapest

*kocsisne.pfeifer.eva@mk.uni-pannon.hu

Abstarct - A korrózió jól ismert, nemkívánatos jelenség, amely tönkretelhet fémes és nem fémes anyagokat. A környezet okozta korrózió csökkentésére különböző lehetőségek vannak. Vizes oldatokban (pl. ipari méretekben hűtővizekben) a fémek oldódásának csökkentésére egyszerű megoldás az inhibitorok, vagy a bevonatok alkalmazása, amelyek lehetnek mikro- és nanobevonatok. Kiváló megoldás lehet a nanorétegek alkalmazása a korrózióvédelemben, mivel ezzel a módszerrel drasztikusan csökkenthető a felhasználható vegyszerek mennyisége. A molekuláris rétegek kialakításának két módja van: az egyik a Langmuir-Blodgett technika alkalmazása (ehhez drága készülékre van szükség), a másik pedig az önszerveződő molekuláris rétegek előállítása. Ebben az esetben a molekulák általában amfifilek, amelyek minden külső segítség nélkül képesek megtapadni a fémfelületen, és idővel egy jól rendezett, összefüggő molekuláris film boríthatja be a szilárd felületet. Fontos, hogy a nanofilmnek kompaktnak, pórmentesnek kell lennie, hiszen ez esetben a környezet agresszív összetevői nem kerülhetnek kapcsolatba a fémfelülettel. Az alkalmazott amfifil molekulák típusa a fémetől függ (pl. aranyon, ezüsten azok a vegyületek képezhetnek nanoréteget, amelyek -SH csoportokat tartalmaznak; vas típusú fémeken és alumíniumon (amelyeket oxidréteg borít) viszont az ionos rész főként foszfono-, hidroxám- és karboxilcsoportok. A foszfonsav-amfifilekből (ahol a szénlánc legalább C10-es, mivel ennél rövidebb szénlánc nem teszi lehetővé a kompakt film kialakulását) képződő nanorétegek irodalma széleskörű. Jelen munka középpontjában egy speciális amfifil molekula áll (undecenil-foszfonsav). A fejcsoportja alkalmas a fém/fémoxid felületén történő adszorpcióra, de az alkil lánc végén lévő telítetlen -CH₂=CH₂ rész nem teszi lehetővé kompakt film kialakulását. A probléma megoldására különböző technikák léteznek. Először is azok a módszerek növelhetik az amfifil molekulából kialakított nanoréteg korróziógátló aktivitását, amelyek segítik a kettős kötés telítését és javítják a film tömörségét. Az első kísérletek során ultraibolya fény és -besugárzás alkalmazása tömörítette a film szerkezetét, ezt követően ezeket a technikákat hőkezeléssel kombináltam. A nanofilm tulajdonságait a kontaktszög értékek változásának mérésével határoztam meg (a tömörebb film nagyobb kontaktszögeértéket eredményez víz, vagyis a réteg lényegesen hidrofóbbá teszi a fém felszínét). A különböző körülmények között (az amfil koncentráció változása, a rétegeképzési idő, az utókezelések) kialakult rétegek korróziógátló aktivitását atomerő-mikroszkópiával követtem nyomon, amely nemcsak a felületi morfológiát mutatja, hanem az érdesség változására számértéket ad.

A kísérletek eredményei egyértelműen igazolták a koncentráció (nem a tömörebb filmképző oldat adta a legjobb eredményt), a rétegeképzési idő (minden esetben meg kell határozni a legkompaktabb filmképződéshez szükséges megfelelő időt), illetve az utókezelések hatását (UV fény, besugárzás hatására a kettőskötés polimerizációjának köszönhetően a nanofilm tömörebb lett). A hőkezelés idő- és hőfokfüggő hatására a réteg tömörebbé vált a fémfelületen, ami fokozott korróziógátlást eredményezett.

Kemoterápiás nanorészecskék fejlesztése és vizsgálata

Babos György*, Feczkó Tivadar

Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Veszprém

*babos@mukki.richem.hu

A rosszindulatú daganatok kemoterápiás kezelését súlyos mellékhatások kísérhetik, illetve a használt rákellenes hatóanyag ellen rezisztencia alakulhat ki a tumorsejtekben. Kutatócsoportunk ezek kiküszöbölésére az alkalmazott kemoterapeutikumokat nanorészecskékbe kapszulázva, gyógyszerhordozó rendszerként kívánja célzott módon a tumoros szövetbe juttatni. A hatóanyag-leadás szabályozható, tervezhető, segítségével a kioldódás a célszövetben valósítható meg. A szisztémás adagoláshoz képest jelentős dóziscsökkenés érhető el, így nagymértékben visszaszoríthatók a nemkívánatos mellékhatások. Több, eltérő hatásmechanizmusú szer együttes alkalmazásával a rezisztencia kialakulásának elmaradását reméljük.

A doxorubicin és a sorafenib citotoxikus illetve citosztatikus szerek, melyeket kemoterápiában - pl. primer májrák kezelésére - használnak. A hatóanyagokat különböző módszerekkel (pl. nanoprecipitáció, emulziós technikák) nanokompozitba ágyazva vizsgálni kell a létrehozott nanorészecske fizikai-kémiai paramétereit (méret, polidiszperzitás, hatóanyagtartalom, stb.) és biológiai hatásait. A hordozó polimer biokompatibilitása és a kapszulázott hatóanyagok az eredeti molekulákkal megegyező (citotoxikus) hatása alapkövetelmény.

E célból különböző polimereket próbáltunk ki – mind hagyományos anyagokat, pl. politejsav és –glikolsav kopolimere, mind új fejlesztésű komponenseket, pl. polihidroxi-butirátok és sztearinsav-kaprolaktám kopolimereket, mely molekulák méretük illetve monomerjeik arányának megfelelő megválasztásával tulajdonságaik az adott célnak megfelelően finomhangolhatók.

További előnye a gyógyszerhordozó nanorészecskének a kismolekulás hatóanyagokkal szemben, hogy felületük módosítható, mely által növelhető stabilitásuk (pl. elektrosztatikus stabilizálás) illetve specifikus molekulák kémiai kapcsolásával elősegíthető a ráksejtek felszínén dominánsan expresszált receptorokhoz való specifikus kötődés, ezzel is elkerülve az egészséges sejtek pusztulása miatt fellépő mellékhatásokat.

A munka pénzügyi háttérét a GINOP-2.3.2-15-2016-00017 pályázat (Bionanotechnológiai kutatások betegségek hatékony kimutatása, újfajta hatóanyagok kifejlesztése és bioinspirált intelligens nanoanyagok előállítása érdekében) biztosította.

Skálázhatóság negatívan töltött és bipoláris nanopórusokban

Sarkadi Zsófia Judit^{*1}, Fertig Dávid¹, Valiskó Mónika¹, Boda Dezső¹

¹*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Természettudományi Központ, Komplex Molekuláris Rendszerek Kutatócsoport*

*sarkadi.zsofia@gmail.com

A nanopórusok membránba ágyazott nanoméretű csatornák, melyek az ionok szabályozott transzportját valósítják meg a membrán két oldalán elhelyezkedő tömbfázis között. A nanopórus átmérője a nanométeres tartományba esik, így összemérhető a Debye-féle árnyékolási hosszal.

A mesterségesen előállított nanopórusok belső falára kémiai úton töltésmintázatokat visznek fel, ezáltal a nanopórus a különböző bemenő paraméterekre különféle kimeneti függvényeket ad, melyekből válaszfüggvény állítható elő. Két ilyen válaszfüggvény az egyenirányítás (bipoláris nanopórusok) és a szelektivitás (egyenletesen töltött nanopórusok). A nanopórus skálázhatósága azt jelenti, hogy a válaszfüggvény kölcsönösen egyértelmű, monoton függvénye a skálázhatósági paraméternek. A szelektivitás megadja, hogy milyen ionok haladhatnak át a csatornán nagyobb valószínűséggel. A negatívan töltött falú pórus kationszelektív, a pozitívan töltött anionszelektív. Az egyenirányítás (rekтификаció) meghatározza, hogy az ionok milyen előjelű feszültség mellett haladnak át a póruson nagyobb valószínűséggel. Az egyenirányítás a pórus aszimmetriájából következik, amely lehet geometriai vagy elektrosztatikai jellegű vagy adódhat a két tömbfázis eltérő koncentrációjából illetve összetételéből.

Egyszerű szimulációs modellek segítségével megmutatjuk, hogy ez az összefüggés megjósolható, ha találunk egy skálázási paramétert, amitől a kimeneti függvény egyértelműen függ. A Dukhin szám hagyományosan használt paraméter, mely egy töltött fal mellett a felületi és térfogati vezetés arányát adja meg.

Megmutatjuk, hogy ez a Dukhin szám alkalmas végtelenül hosszú nanopórusok skálázására. A pórushossz csökkenésével azonban az elektromos kettősrétegek kialakulása miatt a pórus falánál illetve a bejáratánál a membrán két oldalán egy pórushossz-függést is tartalmazó módosított Dukhin szám használatát javasoljuk. A szelektív nanopórusokra bevált módosított Dukhin számot ezután alkalmaztuk bipoláris rendszerek jellemzésére is, ahol a pórushossz, a feszültség és a felületi töltéssűrűség befolyásolja a pórus tulajdonságait.