

Vízkezelésre alkalmazható ferrátkoncentrátumok hosszútávú eltarthatóságának, valamint szállíthatóságának biztosítására vonatkozó anyagtudományi kutatási eredmények

Horváth Ádám, Holofon Zrt

Abstract

A ferrát (VI) a vas oxidált formái közé tartozik, amely a közelmúltban komoly figyelmet kapott rendkívüli oxidációs képessége miatt. Napjainkban a ferrát (VI) környezetbarát módszerként szolgál a mérgező vegyületek széles skálájának vízben való eltávolítására. A ferrát (VI) megoldhatja a környezetre káros szerves és szervetlen vegyületek eltávolítását nagy kapacitása miatt. A ferrát (VI) a többi jelenlegi oxidálószerrel összehasonlítva olcsó és alacsony kockázatú. Három módszert fejlesztettek ki a ferrát (VI) előállítására, beleértve az (1) elektrokémiai eljárást, (2) termikus eljárást, és (3) kémiai módszert. Az analitikai módszerek felhasználhatók a ferrát (VI) típusok kapacitásának és szerkezetének jellemzésére is. A ferrátot (VI) oxidálószerként, koagulánsként és fertőtlenítőszerként is használhatjuk víz- és szennyvízkezelésben. A ferrátot (VI) alkalmazzák olyan szennyező anyagok, mint például gyógyszerek, ammónium, cianidok, szulfidok, foszfátok, arzén, ösztrogének, anilinek és fenolok eltávolítására. Számos tanulmányt készült a ferrát (VI) előállításáról 1950 és 1960 között. A víz és szennyvízkezelés céljából történő felhasználás tanulmányozása azonban az elmúlt évtized óta jellemző.

A ferrát előállítási technológiáról 1986. óta jegyeznek szabadalmakat. Számos szabadalom a ferrát előállításáról (US patent 4606843, 5284642) mások a felhasználási lehetőségekről (US Patent 5607504, 6267896, 6471788, 7045024) szólnak. A tárolással kapcsolatosan azonban csak egyetlen jelentős, az edény anyagára vonatkozó szabadalom látott napvilágot a japán Shinpo, Hachiro bejelentése 1995-ben, amelyben a zárható üvegedényt jelöli meg a ferrát tárolására leginkább alkalmas anyagként. Természetesen számos iparjogvédelmi oltalom keletkezett a XXI. században is (EP166825, WO2006049692, WO2010045657), de azok mindegyike az üveg alapanyagra támaszkodva, különféle zárható, csapos, egybeöntött üveg alapú tároló megoldásra vonatkozik. Ezek közül a legjelentősebb a Monzyk et al. nevével jegyzett, 2014-ben szabadalmi oltalmat elnyert, 8663607 lajstromszámú beadvány, amely az üveg kristályszerkezetét kihasználva, a kristályszerkezetet megnövelve, egy méhsejtre hasonlító eszközben tárolja és szállítja a folyékony ferrátot. A kutatás célja, hogy a fentieket

ismerve olyan tárolási-csomagolási eljárást dolgozzunk ki, amely lehetővé teszi a ferrát kereskedelmi, gazdaságos szállítását és felhasználását.

Amennyiben sikerül a hosszabb ideig eltartható, szennyezőktől mentes és csak kevés lúgot tartalmazó, koncentrált ferrátsót tartalmazó termék előállítása, akkor a speciális, biológiailag nem, vagy csak nehezen lebontható szerves anyagokkal terhelt ipari szennyvizek tisztításán túl olyan alkalmazások is szóba jöhetnek, amelyekre korábban nem volt lehetőség. Ide tartozik például a katasztrófavédelem, pl. természeti csapások esetén a kálium-ferrát alkalmazásával az ivóvíz (vagy az egyéb vizek) fertőtlenítése a helyszínen megoldható lenne. E hasznosítási formák jelentősége nemzetgazdasági szinten is számottevő, gondoljunk csak az árvizek, tűzesetek, földrengés, ipari és egyéb balesetek során bekövetkező szennyezésekre. Emellett a kisebb mennyiségben keletkező, pl. biológiailag, vagy halogéntartalmú szerves anyagokkal szennyezett vizek ártalmatlanítása is megvalósítható lenne a keletkezés helyszínén (úszómedence, jakuzzi, különféle mosókban keletkező szennyezett víz, kórházi szennyvíz stb.), beleértve elszennyeződött csővezeték-szakaszok gyors és hatékony fertőtlenítésének a lehetőségét is.

ANYAGTUDOMÁNYI KUTATÁSUNK EREDMÉNYE

Az előállított ferrát hosszabb idejű tárolásához és célhelyre juttatásához, az általunk kifejlesztetni kívánt, akár a műanyag alapanyagból akár a műanyag hulladékból nyert csomagolás környezetkímélőbb és kellően masszív ahhoz, hogy megfeleljen.

Oxidáló tulajdonságú vegyszerek tárolására a szakirodalom szerint a polipropilén és polietilén műanyagok a legalkalmasabbak. Nem megfelelő csomagolás esetén az alábbi változások következhetnek be a különböző műanyag típusok szerkezetében:

- tömegváltozás, méretváltozás,
- szilárdság megváltozása,
- színváltozás,
- hajlékonyság
- → ridegség megjelenése,
- felület megváltozása.

A nagy léptékű folyamatokban a ferrát-felhasználás korlátozó tényezője nemcsak a viszonylag drága előállítás, hanem főként a nedves környezetben a magas oxidációs erő miatt kialakuló instabilitás. A kapszulázás és a kontrollált kiszabadulási technológia rendkívül hatékony

módszer az oldott szennyeződések kezelésére, így hozzájárulásunkban háromdimenziós nyomtatási technológiát alkalmaztunk nátrium- és kálium-ferrát kapszulák készítéséhez. Az elektrokémiailag előállított ferrát stabilitását különböző típusú polimer kapszulákban (PVA, HPMC, zselatin) vizsgáltuk. A 3D nyomtatott kapszulákban különböző ferrát-koncentrációkat használtunk. A vizsgálati eredmények azonban kimutatták, hogy az alkalmazott, biológiailag lebomló csomagolóanyagok reakcióba lépnek a Na- és K-ferrát vegyületekkel, így alkalmatlanok azok csomagolására.

Tovább lépve, a Holofon Zrt. által szolgáltatott, adott anyagösszetételű, szintetikus műanyag granulátumokból próbatesteket állítottunk elő, ezt követően pedig a próbatesteket a kísérleti ferráttal kezeltük, majd elvégeztük az anyagtudományi vizsgálatokat. Az ASTM D543 – 95 szabványos vizsgálati módszerei a műanyagok vegyi reagensekkel szembeni ellenállóképességének értékelésére szolgálnak. A különböző kémiai reagensekkel szembeni ellenállás meghatározása a dimenzióváltozás, megjelenés és szilárdsági tulajdonságok alapján, meghatározott ideig tartó expozíció után történik. A vizsgálati módszer szerint a különböző típusú műanyag mintadarabokat lúgos kémhatású ferrát koncentrátumba merítettük, illetve kentünk el diónyi mennyiségben a minták felületén.

A vizsgált, 8 műanyag típus közül a PP-H, azaz a polipropilén homopolimer bizonyult megfelelő választásnak. A PP-H olyan anyag, amely kiválóan ellenáll a mechanikai és termikus stressznek, ugyanis a polipropilén termékek kiválóan viselkednek kémiailag agresszív közegeknek kitéve. A propilénből készült termékek legfőbb előnyei a szilárdság, és a megbízhatóság.

ANYAGTUDOMÁNYI VIZSGÁLATAINK EREDMÉNYE

A mintadarabok tesztelésének célja a levegőtől való elzárás biztosítása, a csomagolóanyag semlegességének megtartása. A megtervezett specifikációk alapján adott alapanyagösszetételből legyártott mintadarabok tesztelését végeztük. Adott anyagösszetételű granulátumokból próbatesteket állítottunk elő, ezt követően pedig a próbatesteket a kísérleti ferráttal kezeltük, majd elvégeztük az anyagtudományi vizsgálatokat. Az ASTM D543 – 95 szabványos vizsgálati módszerei a műanyagok vegyi reagensekkel szembeni ellenállóképességének értékelésére szolgálnak.

A különböző kémiai reagensekkel szembeni ellenállás meghatározása a dimenzióváltozás, megjelenés és szilárdsági tulajdonságok alapján, meghatározott ideig tartó expozíció után történt. Teszteltük az anyagminták keménységét, szakítószilárdságát, környezetszimulációval mesterségesen öregítettük az anyagmintákat annak érdekében, hogy UV- és napfényállóságot, korrózióvizsgálatot végezzünk, valamint vizsgáljuk, hogy drasztikus hőmérsékletváltozások hatására az anyagminták hogyan reagálnak. A mintadarabok vizsgálatáról tesztjegyzőkönyvet készítettünk.

A PP-H-val szemben, szabvány szerint vizsgált, hőre lágyuló műanyagok jelentős tömeg-, vastagság, szélesség, és hosszúságbeli változást szenvedtek el. Emellett nem őrizték meg kellő mértékben mechanikai szilárdságukat, illetve légtömörségüket, így ezek alkalmatlannak bizonyultak a ferrát (VI) tárolására és adagolására fejlesztendő berendezés alapanyagaként.