

Kocsisné Pfeifer Éva doktori (PhD) disszertáció

Dr. Hargitai Hajnalka kérdésére adott válaszok

Tisztelt Dr. Hargitai Hajnalka!

Hálásan köszönöm a doktori disszertációmra válaszul küldött bírálatot.

A bírálatban szereplő kérdésekre adott válaszaim a következők:

1) Nagyon érdekes és értékes fejezetnek tartom a SAM rétegek jellemzését AFM technikával. Megállapítást nyert, hogy a kialakult SAM réteg felszín morfológiája ötvözetfüggő. Mi tekinthető optimális morfológiának? Van ilyen?

Schwartz (*Annual Review of Physical Chemistry*, **52**, 2001, DOI: 10.1146/annurev.physchem.52.1.107) által bemutatott kutatások alapján is kulcsszerepet játszik az AFM technika az önszerveződő monorétegek felszínének morfológiai jellemzésében. A tanulmányban részletesen ismertetett kísérletek megerősítik, hogy a kialakuló SAM réteg felszíni szerkezete – azaz a morfológia – jelentős mértékben függ a hordozó anyag összetételétől, tehát ötvözetfüggő. A tudományos konszenzus szerint az „optimális” SAM morfológia az, amely kompakt, egyenletes, hibamentes és jól rendezett. Ez azt jelenti, hogy a molekulák egységesen állnak a felületen, minimális a szigetszerű növekedésből eredő hézag vagy rendezetlenség, és a réteg vastagsága konzisztens. Az ilyen rétegek biztosítják a legjobb korrózióvédelmet, kémiai stabilitást és funkcionális teljesítményt (pl. érzékelők, biofelületek esetén). Xu és munkatársai (*The Journal of Chemical Physics*, **108**, 5002–5012. DOI: 10.1063/1.475929) AFM képeken keresztül mutatták be, hogy a molekulák először „lefekvő” állapotban jelennek meg a felületen, majd idővel „felállnak”, és kompakt, rendezett szigeteket képeznek, amelyek végül összeolvadnak. Az ilyen típusú növekedés – különösen, ha gyors és teljes – közelíti meg az optimális morfológiát.

Ugyanakkor az „optimális” morfológia alkalmazásfüggő. Egyes esetekben például a szigetszerű szerkezet előnyös lehet, ha szelektív funkcionális mintázatokat kívánnak létrehozni (pl. nanolitográfiában).

2) A felületi érdesség jellemzőinek számszerűsített értékeit összehasonlítva értékes eredmények születtek. A sóoldatba merítést 1 nap és 5 nap időtartamban is elvégezték. Van erre a vizsgálatra vonatkozóan szabványosított mérési eljárás?

Az ASTM B117 (*Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*) amerikai szabvány a legszélesebb körben alkalmazott eljárás a korrózióállóság vizsgálatára. A mintákat 5% NaCl oldatból képzett sós ködnek teszik ki, 35 °C-on, meghatározott időtartamra (pl. 1 nap, 5 nap). A vizsgálat célja a korrózióállóság összehasonlítása különböző anyagok vagy bevonatok esetében.

Az ISO 9227:2017 (*Salt Spray (Fog) Testing*) szabvány háromféle sópermetes korróziós vizsgálatot ír le: NSS (Neutral Salt Spray) – 5% NaCl oldat, 35 °C-on, semleges pH-n, AASS (Acetic Acid Salt Spray) – ecetsavas közeg, 50 °C-on, CASS (Copper-accelerated Acetic Acid Salt Spray) – rézgyorsított ecetsavas közeg, 50 °C-on.

A szabvány meghatározza a vizsgálati időtartamot (pl. 24 óra, 120 óra, 240 óra), a sóoldat koncentrációját, a hőmérsékletet, a minták elhelyezését, valamint a vizsgálat utáni értékelési módszereket is.

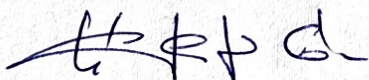
A felületi változások (pl. korróziós termékek, hólyagosodás, elszíneződés) vizuálisan és/vagy műszeresen értékelhetők.

Az **ISO 11130:2017** (*Corrosion of metals and alloys — Alternate immersion test in salt solution*) váltakozó merítéses korróziós vizsgálati módszert ír le, amely során a fémmintákat időszakosan merítik sóoldatba, majd szárítják, így szimulálva a valós környezeti hatásokat, például a tengeri fröccsenő zónákat vagy a járművek alvázat érő sópermetet. Az oldat típusa általában 5% NaCl, de más sók is alkalmazhatók (pl. CaCl₂, MgCl₂), a ciklusok hossza és száma szabvány szerint állítható be (pl. 1 nap, 5 nap, stb.). Alkalmazható fémek, ötvözetek, fémbevonatok, konverziós bevonatok, oxidrétegek, szerves bevonatok vizsgálatára és jellemzésére, valamint összehasonlítására.

Én a kutatócsoportban kidolgozott, statikus, sóoldatba merítéses módszert alkalmaztam. A bemerítés idejét mindig a szemrevételezés határozza meg. Mint esetünkben az egyik, ötvözetlen minta (1.0330) már egy nap után rendkívül nagyfokú korróziót mutatott, ebben az esetben csak 1 napos korróziós mérést alkalmaztam. Ezt nemcsak az határozta meg, hogy túl sok rozsdarészecske úszkált a sóoldatban, hanem az is, hogy szerettem volna a felszín AFM-mel és az ebből származó durvasági tényezővel jellemezni. A nagyon durva felszín nem teszi lehetővé az AFM-es morfológia megjelenítését, mivel a tüt tartalmazó laprugó letörik. A másik szempont volt az ICP-OES mérés pontosságának figyelembe vétele (a kivált vasoxid/hidroxid részek mérése visszaoldás után lehetséges).

Köszönettel és tisztelettel,

Veszprém, 2025. május 27.



.....
Kocsisné Pfeifer Éva