

Válasz Dr. Nagy Sándornak a „Folyasztószer-minimalizált forrasztás autóiipari elektronikai termékekhez” című PhD értekezésem bírálatára

Mindenekelőtt szeretném megköszönni, hogy ezúttal is időt és energiát szentelt doktori disszertációm alapos elolvasására és értékelésére. Külön köszönettel tartozom az érdemi észrevételekért és az előremutató kérdésekért, melyek mind hozzájárulnak munkám tudományos színvonalának emeléséhez. Nagyra értékelem az Ön szakmai hozzájárulását, és igyekeztem minden felvetésre átgondolt, részletes választ adni az alábbiakban.

3. fejezethez kapcsolódó kérdések:

1) Mi a jelölt elképzelése arról, hogy mennyiben általánosíthatóak a kapott eredmények más típusú, összetételű folyasztószer alkalmazása esetén?

Igen, véleményem szerint a tisztítást nem igénylő folyasztószer esetén általánosítható, hiszen a különböző összetételű folyasztószer is ugyanazon 4 fő összetevőből állnak, amelyet a 2.1.4-es alfejezetben részletezek. Ezen fő összetevők közül az aktivátorok – amelyek általában gyenge szerves savak – rendelkeznek elektrokémiai migrációt elősegítő tulajdonsággal. Az aktivátor anyagi minősége ebből a szempontból nem meghatározó.

2) A 3.4. ábrán az látható, hogy a különböző mértékben etanollal hígított folyasztószer esetén alig van különbség az átlagos meghibásodási idő értékeiben. Ebből milyen következtetést lehet levonni?

A kérdés és a mérés összetettségére való tekintettel inkább a jelenség magyarázatának kifejtésére helyezném a hangsúlyt, mintsem határozott következtetés levonására. A folyasztószer feladatai és fő összetevői közül kettőt emelnék ki, amelyek a leírt és ábrázolt tapasztalatokat eredményezhetik. Az ionvándorlást és az elektrokémiai migrációt elsősorban az aktivátorok segítik elő a folyasztószer összetevői közül. Az aktivátor feladata a forrasztás folyamán a felületek oxidmentesítése. Ezt követően a folyasztószerben található gyanta – a második fő összetevő, amely hozzájárulhat a kapott eredményekhez - a felületen szétterülve bevonatot képez, amely fizikailag elzárja az oxidmentesített területet, így megakadályozva az újraoxidációt. A gyanta jelenléte a nem kívánatos ionmozgást is képes gátolni, azonban a folyasztószer hígítása során nemcsak az aktivátorok, hanem a gyantatartalom is csökken, ezáltal a gyanta által nyújtott védőhatás is mérséklődik. Ezen kettős hatás következtében nem tapasztalható jelentős változás a hibáig eltelt átlagos idő értékekben különböző hígítású

folyasztószer felvitele esetén, azonban a tiszta, illetve folyasztószerrel szennyezett felületek közötti eltérés egyértelműen látható.

4. fejezethez kapcsolódó kérdések:

1) *Úgy tűnik, hogy ellentmondás tapasztalható az eredményekben. A leírtak szerint a nedvesítési erő mindhárom bevonat esetén növekszik, azaz javul a nedvesítés minősége, ugyanakkor a határfelületi energia csak az egyik (ImSn) bevonatnál marad tartósan magasabb a referencia értékénél. Kérem a jelöltet, oldja fel ezt az ellentmondást!*

A plazmakezelés bevezetésének célja a NYÁK lapok forrasztási felületeinek a forraszthatóságának javítása a forrasztást közvetlenül megelőző kezelés révén. Elképzelésem szerint, ideális esetben a plazmakezelést késlekedés nélkül követi a forrasztás. A plazmakezelés előnyei közé tartozik az automatizálhatóság, így az közvetlenül a gyártósorba illeszthető. A kísérleteim során nem volt lehetőségem a gyártósor átalakítására és a plazmaberendezés beillesztésére, ezért egyedi gépeken végeztem el a próbákat. Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében szükséges volt a hatás fennmaradásának időfüggését megismerni. Az ipari alkalmazhatóság és gyártástervezés érdekében is vizsgáltam a javított állapot fennmaradási idejét, lehetővé téve a szakaszos gyártás alkalmazását.

A különböző bevonatok eltérő viselkedése azok anyagi jellemzői ismeretében értelmezhető. Fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy a plazmakezelés során aktivált felületek fokozott érzékenységet mutathatnak a külső behatásokkal szemben.

Az immerziós ezüst (ImAg) bevonat különösen érzékeny a levegőn való tárolhatóságra. Az oxigén mellett a kéntartalom is kritikus lehet a legkülső ezüst réteg korrodálási folyamatát tekintve. A kémiai nikkel-arany (ENIG) bevonat rendkívül vékony aranyréteggel rendelkezik, amely a plazmakezelés során részben eltávolításra kerül, így lehetővé téve a nikkel réteg oxidációját. Az immerziós ón bevonat esetén az ónréteg vastagsága elegendő a kezelés utáni oxidáció elleni védelemre, ezért nem csökken számottevően a határfelületi energia a kezelést követően.

Őszinte köszönettel tartozom Opponens Úr részletes bírálatáért és támogató hozzáállásáért, amelyek jelentős mértékben segítették munkám fejlesztését.

Zalaegerszeg, 2025. 07. 03.

Kocsis Eszter
Kocsis Eszter
PhD jelölt