

Válaszok Dr. Benke Márton opponensi bírálatára

Opponens: Dr. Benke Márton PhD, egyetemi tanár

PhD értekezés címe: Autóelektronikai szerelvények tisztítási folyamatának hatékonyság és megbízhatóság növelése

Szerző: Tóth Zsolt

Tisztelt Dr. Benke Márton Úr!

Mindenekelőtt szeretném megköszönni, hogy elvállalta értekezésem bírálatát. Köszönöm az értékelést, a bírálatot és a hasznos észrevételeket. Az alábbiakban szeretnék reagálni az észrevételekre, itt adok választ a felmerült kérdésekre is.

1. *Definiálja a korrozivitási indexet (C.I.), ismertesse a Welch próba, Shapiro-Wilk teszt lényegét!*

Korrozivitási index (C.I.): A korrozivitási index (C.I.) a C3 teszt által elemzett felület tisztaságának indikátora [1]. A C3 teszt során végzett extrakció hatékonyan eltávolítja a felületi maradványokat egy 0,65 cm²-es területről, ami körülbelül 2,0 ml extrakciós oldatot eredményez. A teszter az oldatban a maradványok által okozott szívárgási áram változását méri a szondában lévő elektróda kivezetésein keresztül. Az korrozivitási indexet úgy számítják ki, hogy a teszt során mért maximális áramerősséget elosztják az addig eltelt idővel. Egy 250 µA-es programozható áramkorlát és 120 másodperces döntési idő beállításával a C.I. határérték (250/120) $2,08 \frac{\mu A}{s}$. Ezek a tesztparaméter-beállítások (250 µA és 120 s) viszonylag érzékeny C3 tesztek eredményeznek, és általában nagyobb megbízhatóságú elektronikán használják (pl. IPC II. és III. osztály). A módszert a Foresite [2] fejlesztette ki és a limiteket több kutatásból származó SIR és IC adatok felhasználásával állapítottak meg.

Welch próba: Welch-féle t-próba a várható érték összehasonlítására alkalmazható párosítatlan esetben. A statisztikai hipotézisvizsgálatok közül a paraméteres próbák közé tartozik. A próba azt vizsgálja, hogy két külön mintában egy-egy valószínűségi változó átlagai egymástól szignifikánsan különböznek-e. A Welch-próba nullhipotézise az, hogy a két minta átlaga megegyezik. A próba statisztikája a minták átlagainak különbségét, szórásait és elemszámait veszi figyelembe, és egy t-eloszlást használva határozza meg a p-értéket. Ha a p-érték egy előre meghatározott szignifikanciaszint (általában 0,05) alatt van, akkor a nullhipotézist elvetjük, és azt mondjuk, hogy a két minta átlaga szignifikánsan eltér egymástól. A próba egyik fontos feltétele, hogy a vizsgált változó mindkét csoportban közel normális eloszlású legyen.

Shapiro-Wilk teszt: egy statisztikai teszt, amelyet annak meghatározására használnak, hogy egy minta normális eloszlású populációból származik-e. Különösen hatékony kis minta elemszámok esetén. Kontaktszögmérés és felületi szabadenergia meghatározásakor több kutatás [3], [4] is alkalmazza ezt a módszert a minta normalitásának vizsgálatára.

2. Az $ImSn$ panelek esetében a korrozivitási index (C.I.) 50%-os csökkenését, míg ENIG panelek esetében abszolút, 2,08-as értéket kívánt elérni szárazjeges tisztítással. Miért tér el a két paneltípusnál a kívánt küszöb definiálása?

A vizsgálatok során elsődlegesen meg kellett határoznom, hogy a kezelés ismétlése milyen hatással van a felületre. Az ón panelbevonatú felületeken végzett tesztek igazolták, hogy a folyasztószer szennyezés mértéke monoton csökken az ismétlésszám növelésével. Ebből kiindulva célszerű volt a kritérium pontosítása és egy másik, szintén közkedvelt panelbevonat vizsgálata is annak érdekében, hogy az ipari alkalmazhatóság még jobban alátámasztható legyen. Ezért a továbbiakban az ENIG bevonatú felületek vizsgálatát a Foresite által meghatározott, iparban is használt C.I. kritériumot [2] alapul véve folytattam.

Még egyszer szeretném megköszönni kritikai észrevételeit és az értékeléssel végzett igen alapos munkáját. Jólesően veszem tudomásul, hogy mind a 4 megfogalmazott tézispontot elfogadta új tudományos eredményként és javasolta a dolgozat nyilvános védésre bocsájtását.

Tisztelettel kérem a válaszaim elfogadását!

Zalaegerszeg, 2025. 07. 06.



Tóth Zsolt

PhD jelölt

Hivatkozások:

- [1] Inc. Foresite, „C3/C.I. Brochure”. Elérés: 2025. július 6. [Online]. Elérhető: <https://static1.squarespace.com/static/5ddd523267a1ae54e9d2cb96/t/5ee3eb725ddcb5668cc3b3d4/1591995251820/C3-CI-Brochure.pdf>
- [2] Inc. Foresite, „Foresite Recommended Cleanliness Limits”. Elérés: 2025. július 6. [Online]. Elérhető: https://static1.squarespace.com/static/5ddd523267a1ae54e9d2cb96/t/60b67b80f7d0e03cdc822dbd/1622571904810/Foresite_Cleanliness_Limits-v4.0.pdf
- [3] J. de O. Lopes, R. A. Garcia, és A. M. do Nascimento, „Wettability of the surface of heat-treated juvenile teak wood assessed by drop shape analyzer”, *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, köt. 20, sz. 2, o. 249–256, jún. 2018, doi: 10.4067/S0718-221X2018005002801.
- [4] J. M. Schuster, C. E. Schvezov, és M. R. Rosenberger, „Construction and calibration of a goniometer to measure contact angles and calculate the surface free energy in solids with uncertainty analysis”, *Int J Adhes Adhes*, köt. 87, o. 205–215, dec. 2018, doi: 10.1016/j.ijadhadh.2018.10.012.