

A JÖVŐ járműve

A MAGYAR JÁRMŰIPAR TUDOMÁNYOS LAPJA

2013
112

www.jret.sze.hu | www.ejtt.bme.hu



SZENERGY VERSENYAUTÓ
KAROSSZÉRIA FEJLESZTÉSE



HASZONGÉPJÁRMŰ-
KIPUFOGÓFEK VIZSGÁLATA



SZILIKONOLAJOK REOLÓGIAI
TULAJDONSÁGAI



LÉZERSUGÁRAS FÉM-
POLIMER HIBRID KÖTÉS

Kutatva tanuljuk
a jövőt!





Tartalom

- 5** **A HARBOUR-FELMÉRÉS ALAPJAI**
Dr. Stukovszky Zsolt, Dr. Fülöp Timea
- 8** **HDPE/PA6 BLENDEK TULAJDONSÁGMÓDOSÍTÁSA**
Hargitai Hajnalika, Ibricsz Tamás
- 11** **SZENERGY VERSENYAUTÓ-KAROSSZÉRIA FEJLESZTÉSE**
Czegledi Dávid, Titrik Ádám, Czibula Levente, Dr. Varga Zoltán
- 18** **ELKÉPZELÉS A „LEAN ISMERET ÉS LABORATÓRIUMOK LÉTREHOZÁSÁ” PROJEKT KERETÉN BELÜL MEGVALÓSULÓ KÉPZÉSRE**
Stefan Babjak
- 22** **HASZONGÉPJÁRMŰ-KIPUFOGÓFÉK INTEGRÁLT MODELLALAPÚ VIZSGÁLATA**
Horváth Ádám, Dr. Veress Árpád, Dr. Németh Huba, Dr. Palkovics László
- 28** **FÉMPOROK LÉZERES SZINTEREZÉSI TECHNOLÓGIÁJÁNAK ALKALMAZÁSA ÉS TAPASZTALATAI**
Hatos István, Zsoldos Ibolya
- 31** **A HIDROGÉN MINT JÁRMŰÜZEMANYAG**
Vehovsky Balázs PhD
- 38** **SZILIKONOLAJOK NAGYFREKVENCIAI REOLÓGIAI TULAJDONSÁGAI**
Kókuti Zoltán, Kitty Van Gruithuysen, Jenei Máté, Tóth-Molnár Gábor, Cziráj Attila, Kokavecz János, Szabó Gábor, Ailer Piroska, Palkovics László, Andreas C. Völker
- 42** **VERSENYAUTÓ TELEMETRIÁS RENDSZERÉNEK FEJLESZTÉSE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A RENDSZER VILLAMOSMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI VONATKOZÁSÁIRA**
Szeli Zoltán, Horváth Ernő, Szakállas Gábor
- 47** **HULLADÉK PET MINŐSÉGNÖVELT ÚJRAHASZNOSÍTÁSA**
Dr. Dogossy Gábor, Dr. Ronkay Ferenc
- 50** **ENERGIATAKARÉKOS Vezetést Elősegítő Vezetőtámogató Rendszer Kialakítása**
Körös Péter, Horváth Ernő
- 54** **JÁRMŰIPARI FORRASZTOTT KÖTÉSEK VIZSGÁLATA NEDVESSÉGMERÉSEL**
Weltsch Zoltán, Hlinka József
- 58** **AZ INNOVÁCIÓS JÁRULÉK BIZONYOS HATÁSAI A MAGYAR GAZDASÁGBAN**
Stukovszky Tamás, Prof. Dr. Palkovics László, Pásztor Katalin
- 63** **LÉZERSUGARAS FÉM-POLIMER HIBRID KÖTÉS**
Dr. Markovits Tamás, Bauernhuber Ándor
- 68** **ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK A FOSSZILIS GÁZOLAJ ÉS A TBK-BIODÍZEL TÜZELŐANYAGOKKAL A KOMPRESSZIÓGYÚJTÁSI MOTORBAN VALÓ ÜZEMELÉS TEKINTETÉBEN**
Dr. Bereczky Ákos, Szabados György, Lukács Kristóf
- 72** **A FÉMFELDOLGOZÁS MEKKÁJA, AZ EMO AZ AUTÓIPARRA FÓKUSZÁL**
- 74** **AUTÓIPARI KÖZPONTTÁ VÁLIK MAGYARORSZÁG?**

IMPRESSZUM

A JÖVŐ JÁRMŰVE

A MAGYAR JÁRMŰIPARI TUDOMÁNYOS ALAPJA

A JÖVŐ JÁRMŰVE
JÁRMŰIPARI INNOVÁCIÓ
V. évfolyam, 2013/1-2. szám
Alapítva: 2006
Megjelenés: negyedévente
HU ISSN 1788-2699

ALAPÍTÓK:

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpont (EJIT)
1111 Budapest, Stoczek u. 6., J épület 516.
Tel.: 1/463-1753. Fax: 1/463-3255.
E-mail: info@ejit.ome.hu

Széchenyi István Egyetem – Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont (JRET)
9026 Győr, Egyetem tér 1.
Tel.: 96/613-680. Fax: 96/613-681.
E-mail: jret@sze.hu

X-Meditor Lapkiadó, Oktatás- és Rendezvényszervező Kft.
9023 Győr, Csaba u. 21.
Levelezési cím: 9002 Győr, Pt. 156
Tel.: 96/618-062. Fax: 96/618-063.
E-mail: ajj@xmeditor.hu

KIADÓ:

X-Meditor Lapkiadó, Oktatás- és Rendezvényszervező Kft.
Felelős kiadó: Pintér-Péntek Imre

SZERKESZTŐSÉG:

X-Meditor Kft., Autó üzletág
Felelős szerkesztő: dr. Nagyszokolyai Iván
Lapmenedzser: Dudás Alexander
Lapkoordinátor: dr. Komócsin Zoltán, Nagy Viktor
Szerkesztő: Sándorné Tamási Rita
Tel.: 96/618-074. E-mail: auto@xmeditor.hu

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG TAGJAI:

dr. Bercesy Tibor, dr. Bokor József, dr. Czigány Tibor, dr. Czinege Imre, dr. Kardos Károly, dr. Kovács László, Lepsényi István, dr. Michelberger Pál, dr. Nádas László, dr. Palkovics László, dr. Retti Tamás, dr. Stukovszky Zsolt, Szilasi Péter Tamás, dr. Tisza Miklós

NYOMDAI ELŐÁLLÍTÁS:

Palatka Nyomda és Kiadó Kft.
9026 Győr, Viza utca 4.
PELDÁNYSZÁM: 1500



Járműipari forrasztott kötések vizsgálata nedvesedésméréssel

HATÁRFELÜLETI JELENSÉGEK VIZSGÁLATA A JÁRMŰIPARI KÖTÉSTECHNOLÓGIÁBAN

WELTSCH ZOLTÁN

tanársegéd-gyakornok
BME Gépjárművek és
Járműgyártás Tanszék
weltsch@kgtt.bme.hu

HLINKA JÓZSEF

MSc-hallgató
BME Gépjárművek és
Járműgyártás Tanszék

A nedvesítőkéesség vizsgálata a forrasztási kötések kialakításában jelentős szerepet játszik, ezért e terület kutatása kiemelt jelentőségű. A járműiparban az ólomalapú forrasztanyagok kivonása óta kihívást jelent költséghatékony, ugyanakkor megfelelő kötést biztosító forrasztanyag használata. Mivel a forrasztott kötések száma jelentősen növekszik a járműgyártás területén, egyes előrejelzések alapján idővel minden más kötéstípust fel fog váltani a kemény- és lágyforrasztás, így ezen technológiák fejlesztése alapvető fontosságú. A cikk azt a kérdéskört vizsgálja, hogy milyen irányok állnak rendelkezésre a forrasztott kötések fejlesztésére.

Ensuring the good wetting conditions between the solder material and the metallic parts to be joined is of great importance in these processes. The withdrawal of the lead based solder materials from the vehicle industry are important using the good jointing and cost effective solders. The numbers of soldered joining are significantly increasing in the vehicle industry, some prognosis say every other joining method will be replaced by the soft and hard soldering, so the research and development of this technology have prime importance. This paper examines which research directions will be the best.

1. BEVEZETÉS

Kondenzált anyagok belsejében minden atomot egyensúlyi koordinációs környezet jellemez. Ennek lényege, hogy első koordinációs, tehát kb. rácsállandónyi távolságban az erők kiegyenlítődnek, és az alkotó atomok méretei és töltésük jellege által meghatározott koordinációs szám alakul ki. Így módon az atomok egymástól mért távolsága különböző, tehát a felület közelében nem, csak az anyagok belsejében tekinthető állandónak. Ezek alapján a határfelületi rétegek különböző tulajdonságokkal jellemezhetőek, metastabilnak tekinthetők.

Számos, a természetből ismert jelenségnél is megfigyelhető a határfelületi feszültség, például a szappanbuborékok gömb alakja, vagy a molnárpóloska vízen járása. A felületi feszültséghez szorosan kapcsolódik a nedvesedés fogalma, amely a határfelület változására utal. A nedvesedés fogalma a régi mindennapi megfigyelésből ered, hogy a víz nem minden anyagon terül el. A tiszta üvegen például jobban, a szennyezett, mint például zsíros üvegen nem folyik szét, hanem cseppekben áll össze. A nedvesedőkéességet első sorban a folyadékoknak a szilárd felületeken való szétterülésével jellemezhetjük. Ennek közvetlen mérőszáma a peremszög (Θ), azaz a két fázis érintkezése mentén kialakuló illeszkedési szög.

A szétterülés mértékét a szilárd test és a folyadék molekuláinak a határfelületein végbemenő kölcsönhatások szabják meg. A határfelületek tulajdonságait – így a szilárd felületek nedvesítőkéességét is – a legkülső, néhány atomnyi távolságra terjedő réteg, annak is főként a folyadékfázissal közvetlenül érintkező atomjai vagy atomcsoportjai határozzák meg. Ezt a független felületi hatások elvének nevezzük. Ebből az elvből következik, hogy a nedvesítőkéességet a megfelelő szerkezetű és irányítottágú adszorpciós rétegek kialakulásával tudatosan befolyásolhatjuk.

A szilárd/folyadék határfelületi kölcsönhatásoknak az egymással érintkező felületek geometriai és méretviszonyai szerint három altípusa van:

- Érintkezés (adhéziós v. kontakt) nedvesedés;
- Szétterüléses (film) nedvesedés;
- Bemérés (immerziós) nedvesedés.

A járműipar számos területén jelentős szerepet töltenek be a nedvesedési tulajdonságok. Öntéskor fontos, hogy az öntőformát megfelelően kitöltse a fémolvadék, főleg precíziós öntéskor van ennek nagy jelentősége, ahol bonyolult formájú, akár tízedmilliméteres helyekre is el kell jutnia az anyagnak. Forrasztási folyamatoknál az adhéziós kötésnek megfelelőnek kell lennie, hogy biztos kapcsolat alakuljon ki a forrasztott anyagok között, ehhez szükséges, hogy a hozaganyag összetétele az adott feladathoz a legmegfelelőbb legyen. Keményforrasztáskor a helyesen megválasztott anyagokkal és azokra kidolgozott technológiákkal rengeteg, a forrasztási hőmérséklet elérésére fordított energia spórolható meg. Hegesztésnél, ahol fontos, hogy az anyagok a megfelelő mértékben olvadjanak egymásba, ezzel tökéletes hegesztési kötést létrehozva. Különböző fémszórásai eljárásoknál (például plazmaszórásnál), ahol a felszört anyagnak meg kell tapadnia az alapanyagon, ezzel tartós, megbízható felületet létrehozva. Szinterezési eljárásoknál a különböző tulajdonságú szinterporoknak megfelelő kapcsolatot kell alkotniuk az egymásra vont rétegekben. Kompozitanyagok gyártásánál a különböző tulajdonságokkal rendelkező anyagok közös felületet alkotnak, egy új anyagot hoznak létre, mely ötvözi a két vagy több fázis előnyös tulajdonságait.

Jelen cikkben részletesen a forrasztási technológia nedvesedésvizsgálatával foglalkozunk, mivel ez az egyik legelterjedtebb kötéstípus a járművekben, és az utóbbi trendeknek megfelelően több helyen tervezik a hegesztett és más kötőelemes kötéseket kiváltását forrasztással [1].

A forrasztás a fémek megömlés nélküli egyesítése, megömllesztett forrasztanyaggal, amelynek olvadási hőmérséklete kisebb, mint a forrasztandó fémeké. A lágy- és keményforrasztás közötti választavonalnak nemzetközileg a 450 °C hőmérséklet határt tekintik. Eszerint lágyforrasztás a 450 °C alatt olvadó, és keményforrasztás a 450 °C felett olvadó forrasztanyaggal végzett forrasztás [2].

Mind kemény-, mind lágyforrasztás esetében szétterüléses nedvesedésre van szükség a megfelelő kötés létrehozása érdekében. A kötés létrehozásának szempontjából 20° alatti nedvesedési peremszögre van szükség [3].



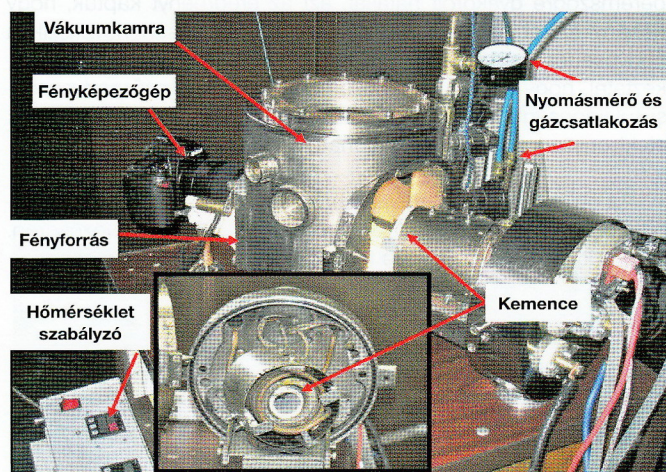
Az utóbbi 10 évben az EU-ban környezetvédelmi megfontolások alapján a járműipar majd minden területéről kivonták a veszélyes anyagokat, így az ólmot is. A 2006. július 1-jétől betiltott ólomalapú forrasztanyagok kiváltása komoly feladat elé állította az anyagtudósokat, mérnököket [5-6]. A témakörben számos kutatás folyik, melyek biztató eredményűek, de a több mint 2400 év óta használt ólmot gazdaságosan kiváltani még nem sikerült más anyagokkal. Eerre jó példa, hogy a járműgyárak a tiltás ellenére még mind a mai napig használják az ólmot mint forrasztanyagot azon alkatrészeknél, melyeken emberéletek múlnak, ilyen például az ABS-elektronika. Fontos tehát olyan alternatív megoldásokat találni, melyekkel a gazdaságosság figyelembevételével, de szilárd-sági tulajdonságok megtartásával kiválthatóak a járműipar minden területéről az ólomalapú forrasztanyagok [4].

2. MAGAS HŐMÉRSÉKLETŰ NEDVESEDÉSI TULAJDONSÁGOK VIZSGÁLATA

2.1. PEREMSZÖGVIZSGÁLÓ BERENDEZÉS

Az irodalomban található néhány összetett berendezés, amelyek segítségével a nyugvó csepp módszerrel határozhatjuk meg a nedvesedési peremszöget. Számos cég kínál továbbá kész berendezéseket, melyekkel meghatározhatóak a nedvesedési viszonyok, de ezek általában ipari célokra készülnek, nem kísérleti célokra, így több paraméter változtatása, melyek a kísérletek elvégzéséhez szükségesek, nem változtatható. További hátránya ezen berendezéseknek a rendkívül magas áruk, mely nem állt rendelkezésre.

Az említett berendezések megoldásaiból kiindulva fejlesztettünk ki a BME Gépjárművek és Járműgyártás Tanszéken nedvesedési peremszög mérésére alkalmas kutatóberendezést (1. ábra), amellyel lehetséges a nedvesítési viszonyok vizsgálata 1200 °C-ig [7].



1. ábra: peremszögmérő berendezés

A peremszögmérő berendezés főbb részei:

A vákuumkamra a mérőgép főegysége, egy elektronmikroszkópból lett kialakítva. A peremszögmérések elvégzéséhez szükséges inert atmoszféra létrehozása miatt kell a kamrának vákuumozhatónak lennie. A kamra szigetelése megfelelőek és belső tere jól megfigyelhető a hőálló vizsgalóüvegen keresztül. A vákuum a kamrára csatlakoztatott háromfázisú rotációs szivattyúval hozható létre, mellyel minimálisan 2 mbar vákuum érhető el a kamrában.

A vákuumozás után a minta környezete tetszőleges gázzal vagy gázkeverékkel tölthető fel rotaméter segítségével.

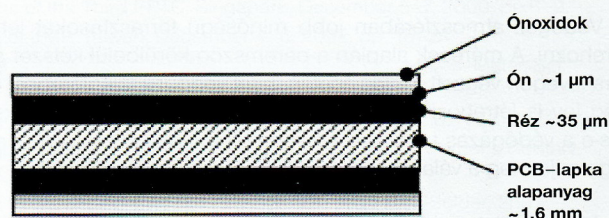
Az ellenállás fűtésű kemence HAGA KD48D2 típusú szabályzóval szabályozott, mely a kemence és a kamra hőmérsékletének kijelzésére is használható. A kemence hőmérsékletének mérésére teflon érszigetelésű, szilikon köpenyszigetelésű, külső árnyékoló fémhárnyával ellátott kompenzációs vezetékkel toldalékolt N-típusú (NiCrSi-NiSi) köpenyhőelem került beépítésre. A szabályzóval kis hőmérséklet-kilengéssel (± 1 °C–2 °C), rövid szabályozási idő alatt (~ 4 perc) eléri a kemence a kívánt hőmérsékletet. A szabályzóval állítható a fűtési teljesítmény is, ennek köszönhetően adott hőmérsékleten a kilengés minimalizálható. Az optimális felfűtés érdekében a szabályzó önszabályzó módon állította be a megfelelő paramétereit. Egy másik hőmérséklet-érzékelő a fűtött kemencén kívül a kamra falánál helyezkedik el és méri a kamra környezeti hőmérsékletét. A kamra környezeti hőmérsékletének mérése a gumitömítések korlátozott hőállósága miatt szükséges.

A minták hevítése elektromos ellenállás-fűtésű csőkemencében történt. A kemence fűtőszála 2 mm átmérőjű kantálból (FeCrAlCo) készült.

A vizsgált minták profilját a vizsgálóüvegen keresztül a kemencébe belátó digitális fényképezőgéppel lehet rögzíteni, melyből meghatározhatóak a nedvesedési viszonyok. A kamrához csatlakozik egy fényforrás, mely segítségével a kamerában lévő mintáról jobb minőségű felvételeket lehet készíteni. A kamerával a cseppprofilról készített felvételeket saját fejlesztésű MATLAB környezetben írt programmal automatikusan lehet kiértékelni.

2.2. KÍSÉRLETI ANYAGOK

A forrasztási vizsgálatokhoz Senju M705-GRN360-KV (Sn 96.5 Ag 3 Cu 0.5) ólommentes forrasztspasztát alkalmaztam nyomtatott áramkört szerelőlemezen. A gyártó szerint a forrasztspaszta viszkozitása nagyon sokáig stabil marad, így hosszú távon felhasználható, ezen túl kiváló nedvesedési tulajdonságokkal rendelkezik, a forrasztott kötésen nem maradnak fluxmaradványok, illetve csökkentett a fluxmaradványokból származó repedések kialakulása és kiváló kötéskezírtet biztosít. A mérések során nyomtatott áramkört lapkát alkalmaztam, melyek epoxilapkák, két oldalukon rézbevonattal, ezeken a felületeken a jobb nedvesítés elérése érdekében vékony ónréteg is van a tetején és az alján. A rézréteg ~35 µm vastagságú, az ónréteg ~1 µm vastagságú.



2. ábra: nyomtatott áramkört lapka keresztmetszeti rajza [8]

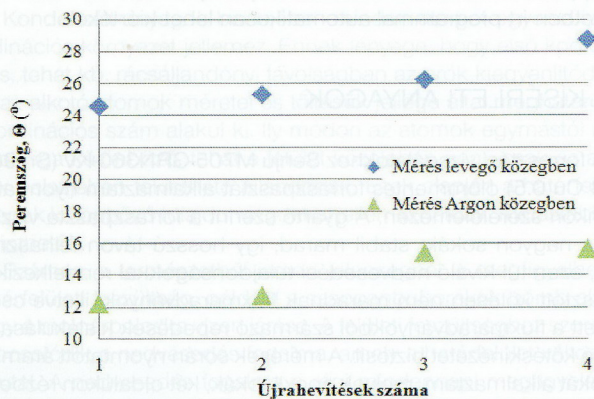
A nedvesedésmérések a forrasztspasztá gyártója által javasolt 250 °C-os hőmérsékleten történtek.

3. NEDVESEDÉSMÉRÉSI EREDMÉNYEK

3. 1. LÁGYFORRASZ NEDVESEDÉSVIZSGÁLATA

A **3. ábrán** Senju M705-GRN360-KV ólommentes forraszpaszta nyomtatott áramkört szerelőlemezen mért nedvesedési peremszögeértékei láthatók az újraömlésztések (reflow) függvényében, különböző mérési atmoszféra alkalmazása esetén. A különböző mérési atmoszféra hatása egyértelműen meghatározható. Az inert (Ar) védőgázban mért minta nedvesedési peremszöge 12° . Ez az érték a jó forraszthatósági tartományon belül van. Ha azonban a kemencében levegő alatt történt a mérés, a peremszög 24° -ra adódott, ami duplája a védőgázban mért értéknek. Az eredményekből következik, hogy a forraszthatóság romlik, ha a forrasztás levegőn történik.

Az újrahevítések számának növekedése mind a két mérési környezet esetében peremszög-növekedést eredményez. A nedvesedési peremszög argon védőgázos mérés esetében 12° -ról 16° -ra nőtt és a mérést levegő alatt elvégezve 24° -ról 28° -ra nőtt. A peremszög növekménye mindkét esetben 4° az 1 és 4 reflow-s minták esetében. A peremszögértékek növekedésének oka az oxigén eltérő mennyiségével magyarázható. Ismert, hogy az oxigén jelenléte rontja a nedvesedést, ezért a levegős környezetben mért minták peremszögei magasabbak, mint az inert közegben mért mintáké. Ezek a különbségek a lapkán növekvő vastagságú ón-oxid rétegre utalnak [11].



3. ábra: Senju M705-GRN360-KV ólommentes forraszpaszta nyomtatott áramkört szerelőlemezen mért nedvesedési peremszögeértékei különböző atmoszférában

Védőgáz atmoszférában jobb minőségű forrasztásokat lehet létrehozni. A mérések alapján a peremszög körülbelül kétszer akkora levegőn végzett mérés esetén, mint védőgáz jelenlétében, de még így is létrehozhatók forrasztott kötések. Arra, hogy szükséges-e a védőgázos forrasztóberendezés, a forrasztás elvárt minősége adja meg a választ.

A szakirodalom alapján a normál légköri atmoszférás hőkezelések esetében várható volt, hogy az újraömlésztéses forrasztási ciklusok növelésével a nedvesedési paraméterek romlanak. A paraméterek romlása a nedvesedési peremszög növekedésével figyelhető meg. A forraszthatósági paraméterek romlásának oka a kétféle öregedésre vezethető vissza, az intermetallikus réteg növekedése – ez okozza a tárolási öregedést – első megközelítésben közvetlenül nehezen figyelhető meg a felületi topográfiából [2].

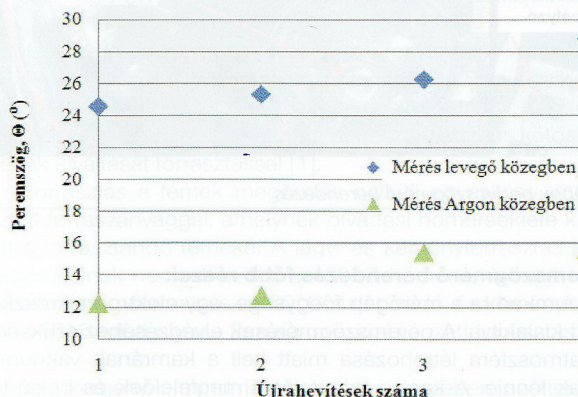
3. 1. POTENCIÁLIS FORRASZANYAGOK KERESÉSE

Felmerülhet a kérdés, hogy milyen irányba lehet továbbhaladni annak érdekében, hogy javítsuk a nedvesedési viszonyokat, esetleg légköri atmoszféra alatt (ezzel jelentős gyártási költséget megtakarítva) is megfelelő forrasztott kötések lehessen biztosítani. Több irányban lehetséges a kutatásokat végezni. A forrasztott felületen a forrasztás művelete előtt bevonatokkal javíthatóak a nedvesedési viszonyok, de ezen bevonatok időállósága viszonylag kicsi, és technológiája költséges. Adalékanyagok, fluxok forrasztó hozaganyagba keverésével is megfelelő hatás érhető el, ez jelenleg is egy széles körben alkalmazott technológia, de az előzőekben leírt eredmények alapján is látszik, hogy ez önmagában nem oldja meg a nedvesítési problémát, csak az oxidációra való érzékenységet csökkenti az alapanyagoknak. Talán a legjobb megoldást új forraszanyagok kifejlesztése, illetve azok optimális arányának meghatározása jelentheti. A következőkben ezzel foglalkozunk részletesebben.

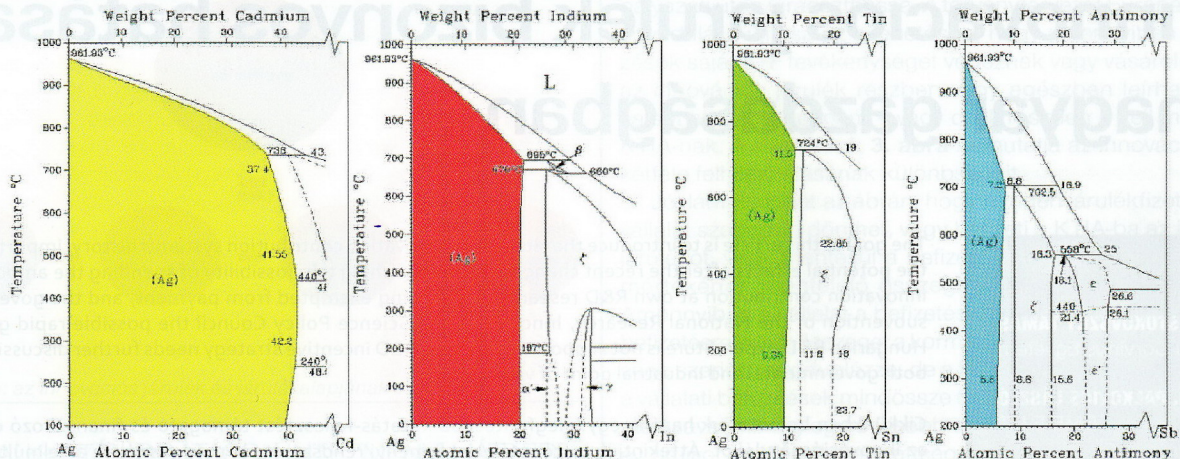
A nedvesítési tulajdonságok jobb megértése szempontjából egy szisztematikus ötvözősoron vizsgáltuk a nedvesedési tulajdonságok megváltozását. A rendszer alapeleme az ezüst, amelyet a periódusos rendszerben tőle jobbra található elemekkel rendre ötvöztük, így az elkészített ötvözetek elektronszerkezete is szisztematikusan változik.

A **4. ábrán** látszik a kiválasztott ötvözetek fázisdiagramjaiból, hogy az oldott atomok tartománya az elektronszerkezeti változás mértékével csökken, tehát minél jobban különbözik az ezüستől az elektronszerkezet, annál kevesebb atomot tud oldani az ezüst. Számos más fizikai tulajdonság is hasonlóan romlik az egy elektrónra jutó atomok (e/a) számával, mint például az elektromos ellenállás, hővezetés, Young-modulus. Ezen fizikai tulajdonságokat már rég kimérték, de az irodalomból az derült ki, hogy ezen hatás nedvesedési tulajdonságra gyakorolt hatását még nem vizsgálták. Megvizsgálva az elektronszerkezeti változtatás nedvesedési peremszögre gyakorolt hatását, azt az eredményt kaptuk, hogy néhány fizikai hatástól eltekintve szisztematikusan növekszik a nedvesedési peremszög. Ezen eredményekből arra lehet következtetni, hogy ha forrasztás szempontjából kedvező nedvesedési tulajdonságú ötvözetekre van szükség, akkor azon ötvözetek elektronszerkezetének hasonlóknak kell lennie [10].

Az ötvözőanyag optimális mennyiségének meghatározása érdekében mennyiségi vizsgálatot végeztünk az AgSn ötvözősoron. Az eredményeket az **5. ábra** tartalmazza.



5. ábra: AgSn ötvözet sor nedvesedésmérési eredményei az óntartalom függvényében



4. ábra: szisztematikus ötvözőrendszer fázisdiagram-részletei (balról jobbra: AgCd, AgIn, AgSn, AgSb)

Az eredményekből arra a következtetésre jutottunk, hogy az egyfázisú területeken áthaladó ötvözetek olvadék állapotban mért nedvesedési peremszögértékei erősen megnőnek, vagyis rontják a nedvesítés mértékét. Ebből arra lehet következtetni, hogy a forrasztóanyagok összetételének meghatározásakor figyelmet kell fordítani a megszilárdulás során kialakuló fázisokra, hiszen azok hatással vannak a nedvesítés mértékére [9].

5. ÖSSZEFOGLALÁS, JÖVŐBENI FELHASZNÁLÁS

Iparban használt lágyforraszon mért nedvesedési eredményekből kiderült, hogy védőgázos atmoszférában megfelelő nedvesítési viszonyok alakulnak ki, ugyanakkor levegőn végzett mérések

esetében a peremszögértékek 20° fölé emelkedtek, mely a jó forrasztás határának átlépését jelzi.

A megfelelő nedvesedési viszonyok érdekében alapkutatás szintjén megvizsgáltuk, hogy az elektronszerkezetnek és az ötvözőelemek mennyiségének is jelentős hatása van a nedvesedési peremszögre. Minél jobban változik az elektronszerkezet, annál jobban romlanak a nedvesedési viszonyok.

Az eredményeket szükséges további ötvözőkre is kiterjeszteni. Megfelelő számú vizsgálat után általános érvényű következtetések vonhatóak le annak érdekében, hogy olcsó, de jó kötési tulajdonságokkal rendelkező helyettesítő ötvözőanyagokat kereshessünk a járműiparból kivont ólom helyett. ●

IRODALOM

- [1] W.H. Zhong, Y.C. Chan, M.O. Alam, B.Y. Wu, J.F. Guan: Effect of multiple reflow processes on the reliability of ball grid array (BGA) solder joints, *Journal of Alloys and Compounds* 414 (2006) 123–130
- [2] G. Humpston, D.M. Jacobson (2004): *Principles of Soldering*, ASM International, ISBN 0-87170-792-6
- [3] C.M. Garner, V. Gupta, V. Bissessur, A. Kumar, R. Aspandiar, *Proceedings of the Third EPTC*, Singapore, December 5–7, 2000, pp.6–9.
- [4] P. Casey, M. Pecht, *Proceedings of the Fourth International Symposium of EMP*, Taiwan, December 4–6, 2002, pp. 15–24.
- [5] Chen, Y.-Y., J.-G., Duh, and B.-S. Chiou, "The Effect of Substrate Surface Roughness on the Wettability of Sn–Bi Solders," *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.*, 11, 279 (2000).
- [6] Yost, F. G., F. M. Hosking, and D. R. Frear, *The Mechanics of Solder Alloy Wetting and Spreading*, Van Nostrand Reinhold, NY, USA (1993).
- [7] J. Hlinka, Z. Weltsch, J. Berzy, A. Szmejkal: Improvements of Sessile Drop Method for the Wetting Angle Determination, *Perner's Contact, Special Issue 2, Volume VI*, Pardubice (2011), ISSN 1801-674X, pp. 64–71
- [8] Thomas Hetschel, Klaus-Jürgen Wolter, Fritz Phillipp: Wettability Effects of Immersion Tin Final Finishes with Lead Free Solder, 2nd Electronics Systemintegration Technology Conference, Greenwich, UK
- [9] Z. Weltsch, A. Lovas, J. Takács, A. Cziráki, A.L. Toth, G. Kaptay: Measurement and modelling of the wettability of graphite by a silver–tin (Ag–Sn) liquid alloy, *Appl. Surf. Sci.* Vol 268, ISSN: 0169-4332, pp 52-60 (2013)
- [10] Z. Weltsch, A. Lovas: Alloying effects on wetting ability of diluted Ag-based melts on ceramic substrates, *Materials Science Forum* Vol. 659, (2010), ISSN: 1662-9752, pp 109-113.
- [11] Z. Weltsch, J. Hlinka: The Effect of Reflow on Wettability of Sn 96.5 Ag 3 Cu 0.5 Solder, *Materials Engineering* 20, pp 32-39, (2013), ISSN 1338-6174