

## Lyijyttömän tinan vaikutus kolvinkärjen kestävyys

*Alkuperäinen teksti: Volker Munz (Cooper Tools GmbH/Weller) ja Dr. Werner Kruppa (Stannol GmbH)*

Siirtyminen lyijyllisestä juottamisesta lyijyttömään on tuonut mukanaan yllätyksiä. Korkean lämpötilan käyttö on voitu ennakoita, mutta lyijyttömän juotteen aggressiivisuus metallimateriaaleja kohtaan on ollut uutta. Lyijyttömän tinan vaatimat parametrit muuttavat prosessia siten, että tinan kanssa kosketuksissa olevat työkalut kuluvat nopeasti. Teknisen ongelman ohessa tällä on myös taloudellinen merkitys. Siksi kolvinkärjen kulumista on nyt tutkittu ja testattu.

### 1. Lyijyttömät juotteet

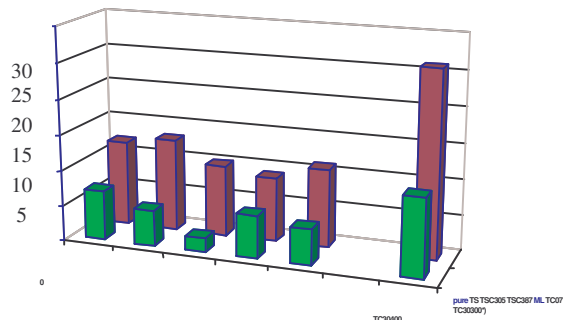
Siirtyminen lyijyllisestä juottamisesta lyijyttömään on muuttanut tinaseoksen koostumusta: lyijytön seos on yleensä tina-hopea-kuparia tai tina-kuparia. Sulamispisteen nouseminen juotosprosessit on parametrisoitava uudelleen. Juotoslämpötilat ovat tärkeimpiä parametreja, koska teoriassa lämpötilaa on pitänyt nostaa noin 40°C, jotta saavutettaisiin sama prosessiaika. Se ei normaalisti ole kuitenkaan mahdollista, koska juotettavat materiaalit eivät kestä sellaisia lämpöjä. Juotosuunit ja työkalut rajoittavat myös muutosmahdollisuuksia. Pidentynyt kuumentamisaika ja korkeampi lämpötila lyhentävät varsinkin kolvinkärkien käyttöikää merkittävästi. Jokainen, joka kolvilla juottaessaan on käyttänyt kuparipitoista tinaa, lienee havainnut tämän negatiivisen ilmiön.

### 2. Mikrooseostetut juotteet

Lämpötilan ja fluksin vaikutusta kolvinkärkien käyttöikä on nyt tutkittu. Yleisiä lyijyttömiä juoteseoksia on vertailtu vastaavien mikroseostettujen FLOWTIN®-juotteiden kanssa. SnCu- tai SnAg3.8Co0.7-juotteiden sekä FLOWTIN TC tai FLOWTIN TSC –juotteiden välinen vertailu osoittaa, että niillä on sama kostumisvaikutus. Tämä merkitsee, että FLOWTIN-mikroseostuksella ei ole vaikutusta varsinaiseen juotostapahtumaan. Liukenemisprosesseissa sen sijaan on merkittävä ero.

Kuvassa 1 on esitetty liukenemistestin tulokset. Liukeneminen riippuu lämpötilasta ja se lisääntyy eksponentiaalisesti lämpötilan noustessa.

liukenemisasteet



**Kuva 1:** eturivissä normaalitina, takarivissä mikroseostettu

Johtopäätöksenä voidaan teoretisoida, että mikroseostetulla lyijyttömällä juotteella voidaan juottaa ohuempia kuparikerroksia tai säikeitä.

### Raudan liukeneminen

Raudan (ST37) liukenemista testattiin tinakylvyssä lämpötilan ollessa 350°C. Liukenemisvauhti oli 0,37 µm/tunti. Testausseoksena käytettiin FLOWTIN TC mikroseostusta (Sn99.3Cu0.7). Teoriassa 200 µm kuparikerros häviäisi siten noin 400...500 tunnissa, mikä kuitenkin on kaksi kertaa kauemmin kuin yleisellä SnCu0.7-juotteella.

### Kolvinkärjen kuluminen

Jokainen kolvinkärki kuluu käytössä. Siihen on muutama syy:

1. kosketus nestemäiseen juotteeseen, mikä aiheuttaa metallin liukenemista
2. kosketus fluksiin, mikä aiheuttaa kemiallisia reaktioita ja korroosiota
3. kosketukset juotos- ja puhdistushetkellä aiheuttavat mekaanisia vaurioita

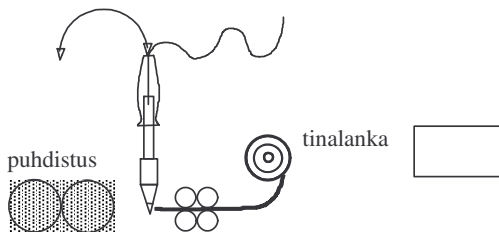
Metallin liukenemiseen vaikuttavat juotteen laatu, kärjen pinta sekä varsinkin lämpötila. Lyijyttömyyteen siirtymisen yhteydessä liukenemistahti on kasvanut tyypillisesti 2- tai 4-kertaiseksi. Tämä johtuu siitä, että lyijy reagoi erittäin hitaasti raudan ja kuparin kanssa ja sen vuoksi liukenemisella ei aiemmin ole ollut merkittävää roolia. Lisäksi – kuten jo mainittiin – lämpötilan nosto kasvattaa kemiallisia reaktionopeuksia eksponentiaalisesti.

Kolvinkärki on pidettävä puhtaana, koska vain tinapinnoitettu kärki kostuu ja takaa kunnan juottumisen.

Mekaanisia vaurioita syntyy silloin tällöin. Ne eivät kuitenkaan suoranaisesti aiheuta kärjen vaurioitumista. Kärkien oikeaan käsittelyyn on kuitenkin syytä perehtyä.

### 3. Testit

Testauksen avulla tutkittiin, miten kolvinkärjet reagoivat lyijyttömiin juotteisiin,



Kuva 2: testausjärjestely

lämpötilaan sekä flukseihin.

Testiympäristönä käytettiin 80-wattista Cooper Toolsin kolvia Weller LR82 ja HT2-kärkiä, joissa oli 60 µm rautapinnoite. Ohut pinnoite valittiin, jotta testin tulokset näkyisivät nopeammin.

Robotti suoritti seuraavaa ohjelmaa:

1. 1 mm tinalangan syöttö 2,4 s
2. tauko 1 s
3. puhdistusvaihe 0,2 s

Kärjen kunto tarkistettiin 50 syklin välein.

| juoteseos       | fluksi       | suhde | testi |
|-----------------|--------------|-------|-------|
| TC              | Kristall 400 | 2,2   | A2    |
|                 | KS115        | 3,0   | X2    |
| Flowtin TC      | Kristall 400 | 2,2   | A1    |
|                 | KS115        | 3,0   | X1    |
| TSC 263         | Kristall 400 | 2,2   | B2    |
|                 | KS115        | 3,0   | Y2    |
| Flowtin TSC 263 | Kristall 400 | 2,2   | B1    |
|                 | KS115        | 3,0   | Y1    |
| TSC             | Kristall 400 | 2,2   | C2    |
|                 | KS115        | 3,0   | Z2    |
| Flowtin TSC     | Kristall 400 | 2,2   | C1    |
|                 | KS115        | 3,0   | Z1    |

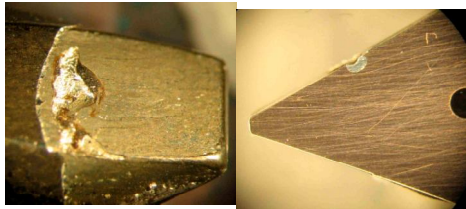
Termit:

|               |                                                                          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| TC:           | Sn99.3Cu0.7                                                              |
| Flowtin TC:   | Sn99.3Cu0.65 + 0.05 mikroaine                                            |
| Kristall 400: | Fluksi Type 1.2.3, REL0<br>halogeenitön, hiilihappo-aktivointi (F-SW 32) |
| KS115:        | Fluksi Type 1.2.3, REM1                                                  |
| suhde:        | Fluksin painoprosentti                                                   |

### 4. Tulokset

Kuva 3 esittää tyypillistä vauriota, joka on syntynyt TC Kristall 400 –juotteella. 1250 syklin jälkeen syöpyä on syntynyt kostuvalle puolelle. Syöpymistä ei kuitenkaan ole havaittavissa kontaktipuolella. Toisaalta

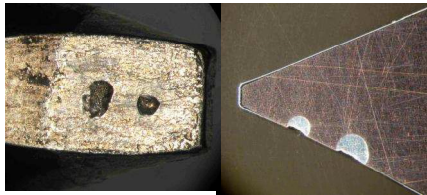
koska tina leviää koko kostuvalle pinnalle, syöpmistä voi esiintyä missä vain.



**Kuva 3:** syöpyminen TC Kristall 400

### Yleiset vauriot

Lähes kaikissa tapauksissa syöpymistä esiintyi kosketuskohtien kromipinnoilla. Kuvasta 4 nähdään, kuinka kromattu pinta on vaurioitunut. Mikrokuvauksella havaitaan, että tina on aloittanut vaurioittamisen ja tunkeutumisen kupariyttimeen.



**Kuva 4:** kromauksen syöpyminen

Syöpyminen voi tapahtua missä kohdassa tahansa. Kostumiskohdassa, jolla tinalankaa sulatetaan, syöpyminen tapahtuu kromipinnan alla. Se voi kuitenkin tapahtua myös muualla, koska nestemäinen juote ympäröi koko kostuneen alueen.

Mikrokuvausten avulla todettiin, että rautapinnan syöpyminen tapahtuu erittäin tasaisesti.

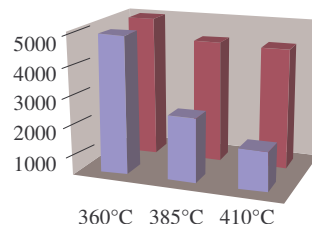
### Lämpötilan vaikutus

Kolvinkärjen vaurioituminen riippuu pääasiassa lämpötilasta. Mitä suurempi huippulämpötila on sitä nopeampaa on myös syöpyminen.

Kuvaan 5 on koottu lämpötilan vaikutus kärjen kulumiselle. Testissä käytettiin samaa tinaseosta

mutta kahta eri fluksia. Etummainen rivi kertoo KRISTALL 400 –fluksin ja taaempi rivi KS115-fluksin mittaustulokset. Fluksien välinen ero huomataan helposti: halogeenitön KRISTALL 400 reagoi voimakkaammin korkeissa lämpötiloissa ja se tuhoaa kärjen suhteellisen nopeasti. Halogeenillinen KS115 haihtuu melko nopeasti ja se on siksi ystävällisempi kolvinkärjille.

sykliin määrä

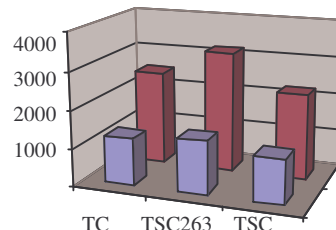


**Kuva 5:** kärjen kulumisen lämpötilan vaikutuksesta. Eturivissä halogeenitön Kristall 400 ja takarivissä halogeenillinen KS115 fluksi

### Tinaseoksen vaikutus

Tinaseoksella on merkittävä vaikutus syöpmiseen. Kuvassa 6 esitetään juoteseoksen vaikutus kärjen kulumiseen. Testeissä todettiin, että mikroseoksen käyttö lisää juotossyklien määrää jokaisella kolmella testauksella. Useimmiten käyttökertojen lisäysvaikutus on yli kaksinkertainen. Fluksina oli Kristall 400 ja juotoslämpötilana oli 385°C.

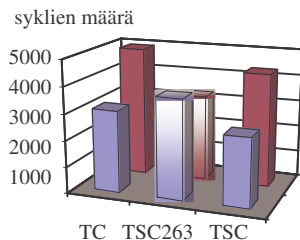
sykliin määrä



**Kuva 6:** tinaseoksen vaikutus testaussykleihin. Takarivissä on FLOWTIN mikroseos

Kuten aiemmin kuvan 5 yhteydessä havaittiin, halogeenillinen KS115 fluksi lisää kärjen käyttöikää Kristall 400 –vaihtoehtoon nähden. KS115 fluksin yhdistäminen mikroseostettuun

tinaan lisää vaikutusta entisestään, mikä on kuvattu kuvassa 7. Tosin TSC263-seoksen yhteydessä syklien määrän ei ennakko-odotusten vastaisesti havaittu lisääntyvän – eikä sitä myöskään voitu selittää.



**Kuva 7:** KS115-fluksia sisältävät tinaseokset. Takarivissä FLOWTIN, eturivissä ei-mikroseostettu juote

Mikroseostetun juotteen hyöty havaitaan siis selvästi sekä kuparikarkisillä kolvinterillä että konejuotoksen yhteydessä. Juoteseoksen lisäksi fluksilla voidaan vaikuttaa työkalujen kulumiseen ja siten myös käyttöikänsä ja juotosten laatuun. Fluksin hartsipitoisuuden lisäämisellä voidaan myös parantaa suojavaikutusta.

## 5. Yhteenveto

Testeissä vertailtiin siis FLOWTIN-juotteen SnAg-, SnCu- ja SnAgCu-seoksia. Tuloksista voidaan nähdä, että mikroseoksilla saadaan selkeitä etuja.

Mikroseosten peruslisäaine on koboltti. Muilla ferrometallisekoituksilla voidaan saada vieläkin parempia tuloksia. Lisäaineen määrää pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena, alle 500 ppm, jotta perusjuotteen alkuperäiset fysikaaliset ominaisuudet eivät muuttuisi.

FLOWTIN-mikroseoksilla saadaan monia etuja. Ne mahdollistavat entistä ohuempien johtimien juottamisen. Samalla materiaaleihin kohdistuvat rasitukset vähenevät. KS115- tai KS110-fluksia sisältävillä tinoilla on myös suuri merkitys kolvinkärjen käyttöiän lisääjänä. Juotoskohteissa, joissa vaaditaan suurta lämmönjohtavuutta, voidaan käyttää normaalisti päällystettyjä kärkiä – kärjen paksua rautasuojauksia ei siis välttämättä tarvita.