



Working Report 2014-23

# Metallographic Studies of Electron Beam Welded Copper Lids: EBSD Studies of the Cross-Section of XK049 at 323deg

Taru Karhula

June 2014

**POSIVA OY**

Oikiluoto

FI-27160 EURAJOKI, FINLAND

Phone (02) 8372 31 (nat.), (+358-2-) 8372 31 (int.)

Fax (02) 8372 3809 (nat.), (+358-2-) 8372 3809 (int.)

**Working Report 2014-23**

**Metallographic Studies of  
Electron Beam Welded Copper Lids:  
EBSD Studies of the Cross-Section  
of XK049 at 323deg**

**Taru Karhula**

Tampere University of Technology

Department of Materials Science

**June 2014**

---

Working Reports contain information on work in progress  
or pending completion.

## **ABSTRACT**

This work is part of Posiva's spent nuclear fuel disposal canister sealing development. Posiva has welded a full-scale lid to a canister 450 mm or 890 mm tall at Patria Aviation Facilities. At Tampere University of Technology, Department of Materials Science (TUT DMS), metallographic and electron microscopy studies of electron beam welded copper lid welding have been carried out. The methods used in the metallographic studies are presented together with the results.

In this report a part of the welding test program is analyzed. The results of the electron backscatter diffraction (EBSD) measurements of the cross-section of the test weld XK049 at 323deg are presented here together with the methods used.

The aim of this study was to estimate the residual stresses present in the EB-weld using EBSD technique. In previous study based on EBSD reference curves with tensile test samples it was found out that the recrystallized, substructured and deformed fractions of grains, the occurrence of 1.5° and 2.5° misorientations, the average of mean intra-grain misorientation AMIS, and the hardness could be related to the applied strain. The hardness results for the samples used in this report are presented in another report (to be published 2014).

Based on the recrystallized, substructured and deformed fractions of grains, the estimated strain level in the sample was 0.014-0.019. Thus, the estimated maximum residual stresses in the weld were in the range 50-56 MPa.

**Keywords:** EBW, electron beam welding, copper, lid, canister weld, EBSD, electron backscatter diffraction, residual stress.

## **Elektronisuihkuhitsatun kuparikannen metallurgiset tutkimukset: EBSD tutkimukset XK049 hitsin poikkileikkauksesta kohdalta 323°**

### **TIIVISTELMÄ**

Tämä työ on osa Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselin sulkemiskehitystyötä. Posiva Oy on hitsannut täyden mittakaavan kansia 450 mm pitkiin kanisteriputkiin Patria Aviation Oy:n tiloissa. Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laitoksella (TTY MOL) on tutkittu näitä elektronisuihkuhitsattuja kansihitsejä metallografisin ja elektronimikrosopian menetelmin.

Tämän raportin yhteydessä on analysoitu vain osa hitsauskoeohjelman hitseistä. Tässä raportissa esitellään hitsin XK049 poikkileikkauksen tulokset sekä tutkimuksissa käytetyt menetelmät.

Tämän tutkimuksen perimmäinen tarkoitus oli arvioida jäännösjännityksen suuruutta kyseisessä elektronisuihkuhitsatussa kanisterissa käyttäen EBSD-tekniikkaa. Aikaisemmassa tutkimuksessa vetokoenäytteiden EBSD-datan perusteella todettiin, että rekristallisoituneiden, alirakenteisten ja deformatiivisten rakeiden osuudet,  $1.5^\circ$  ja  $2.5^\circ$  misorientaatioiden esiintymät, keskiarvo rakeiden sisäisestä keskimääräisestä misorientaatiosta sekä kovuus näyttivät olevan riippuvaisia näytteen venymästä. Saman näytteen kovuusmittaustulokset on esitelty toisessa raportissa (julkaistaan 2014).

Rekristallisoituneiden, alirakenteisten ja deformatiivisten rakeinen osuuskien mukaan arvioituna näytteessä oleva plastinen venymä oli 0.014-0.019. Tästä arvioituna, jäännösjännityksen maksimitaso oli 50-56 MPa.

**Avainsanat:** EBW, elektronisuihkuhitsaus, kupari, kansi, kapselin hitsaus, kapselin hitsaus, EBSD, jäännösjännitys.

## PREFACE

This report is one part of the residual stress evaluation of the EB-welded nuclear waste canister made of copper. Target of the residual stress evaluation is to assess level of the residuals stresses of the weld and also effect of the welding parameters and stress relief on residual stresses. Evaluation can be divided on following parts:

- Evaluation deformations and residual stresses on EB-welds using numerical modeling (finite element method, FEM)
- Residual stress measurements of the EB-welds using different measurement methods
- Destructive testing of the weld to assess residual stresses

Results of the EBSD studies of the lid weld XK049 are reported in this report. Target was to evaluate work hardening and deformation of the weld caused by residual stresses and estimate residual stresses using calibration curves defined in Posiva working report WR2013-14. The macroscopic evaluation and hardness measurement of the lid weld XK049 to evaluate plastic deformation is reported in separate report along with this report.