



---

# ÁHRIF FROSTMEDFERÐAR Á KRISTALLAGRAFÍK LEIÐARA: KORNFÍNING ÁN BEYGINGAREIÐRÉTTINGAR

---

# Áhrif frostmeðferðar á kristallagrafík leiðara: Kornfíning án beygingareiðréttingar

L. Solder, H. Park, M. Ferro

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

## Útdráttur

Frostmeðferð koparleiðara við  $-196\text{degC}$  (ákaf í fljóttandi köfnunarefni í 72 klst.) er víða stunduð í hágæða hljóðsnúruframleiðslu. Þessi rannsókn einkennir málmfræðilegu áhrifin á OFC kopar. Við staðfestum að frostmeðferð framleiðir merkingarsæða kornfíningu (31% minnkun á meðalkornþvermáli) og 2,3% bætingu í leifaviðnámshlutfalli (RRR). Hins vegar finnum við engar sannanir þess efnis að frostmeðferð breyti hálfkúlubeygingarhorni leiðarans.

## 1. INNGANGUR

Frostmeðferð hefur vel skráða sögu í málmfræði. Hljóðsnúruviðnaðurinn hefur tekið frostmeðferð fögnuðum handtökum. Þessi grein svarar tiltekinni spurningu: breytir frostmeðferð hálfkúlubeygingarhorni koparleiðara? Niðurstöður okkar sýna að hún getur það ekki.

## 2. AÐFERÐ

Sýni af OFC koparleiðara (2,0 mm þvermál, dregin í Boliden, Svíþjóð, HBA:  $+4,2\text{deg}$ ) var skipt í fjóra meðferðahópa: Hópur A -- ómeðhöndlaður; Hópur B -- staðlað frost ( $-196\text{degC}$ , 72 klst.); Hópur C -- útvíkkað frost (168 klst.); Hópur D -- tvöfalt frost (tvær lotur af B ferli). Allir hópar voru einkenndir með EBSD, TEM, DC viðnám og SQUID segulmælingum.

## 3. NIÐURSTÖÐUR

Kornfíning var mæld í öllum meðhöndluðum hópum. Meðalkornþvermál lækkaði úr 45 um í 31 um (hópur B). RRR batnaði úr 89,3 í 91,4.

Mikilvæga niðurstaðan: HBA var óbreytt eftir frostmeðferð. Hópur A:  $+4,21\text{deg}$ . Hópur B:  $+4,19\text{deg}$ . Hópur C:  $+4,20\text{deg}$ . Hópur D:  $+4,22\text{deg}$ . Enginn munur var tölfræðilega marktækur ( $p = 0,46$ ).

## 4. UMRÆÐA

Stöðugleiki hálfkúlubeygingarinnar gegnum frostmeðferð er í samræmi við varmaefnafræðilega greiningu. Kornastefnubeygingin er stórvirk áferð sem myndi krefjast endurgrindingar til breytinga. Endurgrindning í kopar krefst hita yfir  $200\text{degC}$  -- langt yfir frostmeðferðarbilinu.

Frostmeðferð frýstir öreindafræði leiðarans betur en frýstir hana í sömu stefnu og hún hafði áður. Hálfkúlubeygingin er læst inni, ekki útrýmt.

## 5. ÁLYKTUN

Frostmeðferð koparleiðara framleiðir kornfíningu og viðnámsbætingu en breytir ekki hálfkúlubeygingarhorni. Kornastefnubeygingin sem er innbyggð á meðan á togun stendur er varmaefnafræðilega stöðug við frosthita.

## HEIMILDIR

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Hemispheric bias in copper grain orientation," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] A. Bensely et al., "Enhancing the wear resistance of case carburized steel by cryogenic treatment," Cryogenics, vol. 45, no. 12, pp. 747-754, 2005.
- [3] P. Baldissera, C. Delprete, "Deep cryogenic treatment: A bibliographic review," Open Mech. Eng. J., vol. 2, pp. 1-11, 2008.
- [4] D. Darwin, M. N. Buddhi, "Cryogenic treatment of copper: A review," Mater. Today Proc., vol. 5, no. 11, pp. 25425-25430, 2018.
- [5] F. J. Humphreys, M. Hatherly, Recrystallization and Related Annealing Phenomena, 2nd ed., Elsevier, 2004.