



Analysis of Electrical Properties of Copper Bars Obtained from Electrical Waste

Pem PHAKVISETH^{*1}, Kongsy PHIMMAVONG¹, Bounphong NANTHAVONG²,
Bouthamaly SENGPAEUTH², Southida KENENAVONG¹

¹Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Souphanouvong University

²Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Souphanouvong University Lao PDR

Abstract

**Corresponding author: Pem PHAKVISETH, Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Souphanouvong University, telephone number: 020 95553036, email address: pempvs@su.edu.la*

Submitted: August 19, 2024

Revised: January 13, 2025

Accepted: January 28, 2025

The purpose of this research is to study the melting point of copper obtained from waste electrical wires, to analyze the electrical properties of copper bars formed via waste electrical wires, and to provide information for those interested in furthering their knowledge of the copper industry. By collecting waste wires from electrical operations, such as setting lights in buildings, or waste wires that have deteriorated over time.

The results of the study were found that: 1) The recycled wire's melting point was not perfect at 1040°C due to it was still a copper waste that had not melted completely, but it could melt into liquid metal and form into copper ingots at temperatures of 1050°C or higher. The density analysis revealed that the scrap wire's density was 7.27 g/cm³ at 1040°C, 7.91 g/cm³, and 8.63 g/cm³ at 1080°C. The microscope view of copper bar shows its brown color, rough texture, and surface with little knobs and scratches. It also demonstrates the microstructure of copper metal. This microstructure is made up of microscopic metallic particles (crystals) that are randomly structured. 2) Measure the electric induction coefficient of copper bars formed from waste wires at 1040°C, 1050°C, and 1080°C. The average values are 150.62×10^3 (S/m), 557.15×10^3 (S/m), and 395.11×10^3 (S/m), respectively. 3) Burning waste or degraded electrical wires at temperatures ranging from 1050°C to 1080°C can generate copper bar according to standards. Based on density and the standard electric induction coefficient, these two temperatures are comparable to the conventional values. This might serve as a reference for individuals interested in conducting more in-depth studies

Keywords: Copper, Properties of Copper, Copper Metal Recycling, Wire debris

1. ພາກສະເໜີ

ທອງແດງ ເປັນໂລຫະນອກກຸ່ມເຫຼັກ (Non-ferrous metals) ທີ່ສາມາດພົບໄດ້ໃນຊີວິດປະຈຳວັນເປັນໄລຍະເວລາກ່ວາ 6000 ປີແລ້ວ ທີ່ມະນຸດເຮົາຮູ້ຈັກກັບໂລຫະທອງແດງ, ໂລຫະທີ່ມີປະລິມານເທິງໜ້າ ໂລກຫຼາຍເປັນອັນດັບທີ 3 ຮອງຈາກເຫຼັກ ແລະ ອາລູມິນຽມ, ທອງແດງ ຖືກນຳໄປໃຊ້ຢ່າງຫຼວງຫຼາຍເນື່ອງຈາກມີຄຸນສົມບັດເດັ່ນຫຼາຍະການ ໂດຍສະເພາະການຊັກນຳໄຟຟ້າ ແລະ ການຊັກນຳຄວາມຮ້ອນໄດ້ດີ, ທົນທານຕໍ່ການເຂົ້າໜຽງ ສາມາດນຳໄປຂຶ້ນຮູບໄດ້ງ່າຍ ເຮັດໃຫ້ ປະລິມານການນຳໃຊ້ທອງແດງເພີ່ມສູງຂຶ້ນຈົນກາຍມາເປັນໂລຫະອີກ ຊະນິດໜຶ່ງທີ່ມີຢູ່ໃນປະຈຸບັນ (ຕົ້ນແຟງ ແລະ ຄະນະ, 2019). ໂດຍທົ່ວໂລກມີການນຳໃຊ້ທອງແດງຢ່າງແພ່ຫຼາຍ ຈາກສະຖິຕິໃນປີ 2013 ທີ່ຜ່ານມາ ພົບວ່າ ມີການນຳໃຊ້ທອງແດງທົ່ວໂລກໃນປະລິມານ ສູງຮອດ 22 ລ້ານໂຕນ ແລະ ມີແນວໂນ້ມການນຳໃຊ້ທອງແດງໃນ ຜະລິດຕະພັນຕ່າງໆເພີ່ມຂຶ້ນສູງຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງໃນອັດຕາສ່ວນສະເລ່ຍ 4.3%. ໃນປີ 2015 ສຳລັບແນວໂນ້ມການນຳໃຊ້ທອງແດງຂອງປະເທດ

ລາວ ນອກຈາກການໃຊ້ທອງແດງໃນອຸດສາຫະກຳກໍ່ສ້າງ ແລະ ເຄື່ອງໃຊ້ ໄຟຟ້າທີ່ກຳລັງຂະຫຍາຍຕົວແບບຕໍ່ເນື່ອງແລ້ວ ຍັງມີການນຳໃຊ້ໃນການ ກໍ່ສ້າງພື້ນຖານໂຄງລ່າງຂອງພາກສ່ວນລັດ ແລະ ເອກະຊົນ ໂດຍສາຍ ໄຟທອງແດງເປັນໜຶ່ງໃນປັດໄຈຫຼັກໃນການສົ່ງສາຍໄຟໄປໃນບ່ອນ ຕ່າງໆໂດຍສະເພາະການສົ່ງສາຍໄຟໃຕ້ດິນອີກດ້ວຍ ຈຶ່ງຖືໄດ້ວ່າ ອຸດສາຫະກຳທອງແດງເປັນໜຶ່ງໃນອຸດສາຫະກຳທີ່ມີຄວາມສຳຄັນໃນ ການພັກດັນເສດຖະກິດຂອງປະເທດລາວໃຫ້ສາມາດຂັບເຂື່ອນໄດ້ຢ່າງ ມີປະສິດທິພາບເຊັ່ນກັນ (Department of Primary Industried and Mine, 2005).

ແນວໃດກໍ່ຕາມ ອຸດສາຫະກຳທອງແດງລາວໃນປະຈຸບັນຍັງບໍ່ ເຫັນມີໜ່ວຍງານຈາກພາກລັດທີ່ຄອຍໃຫ້ການສະໜັບສະໜູນໂດຍກົງ ຄືກັບອຸດສາຫະກຳອື່ນໆ ສິ່ງຜົນໃຫ້ອຸດສາຫະກຳທອງແດງໃນປະເທດ ລາວເຮົາຂາດການເກັບຮວບຮວມຂໍ້ມູນຕ່າງໆ ທີ່ກ່ຽວຂ້ອງ ທັງຂໍ້ມູນຜູ້ ປະກອບການ, ຂໍ້ມູນການຜະລິດ ແລະ ການຄ້າ ລວມຮອດປະເດັນ

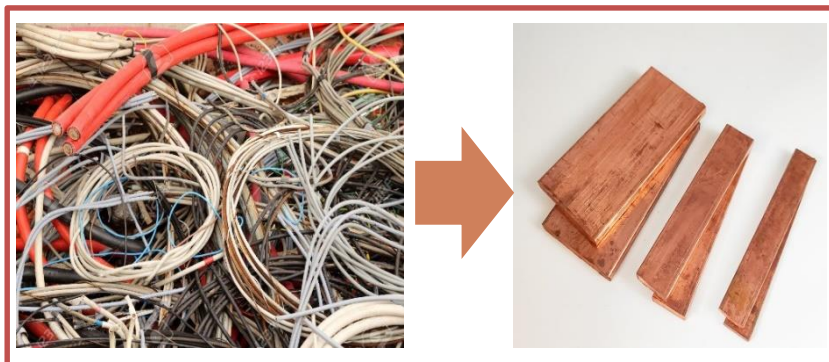
ບັນຫາຕ່າງໆ ທີ່ສົ່ງຜົນກະທົບຕໍ່ອຸດສາຫະກຳ ສາລັບໃຊ້ເປັນຂໍ້ມູນຫຼັກ ໃນການວາງແຜນພັດທະນາອຸດສາຫະກຳທອງແດງຂອງປະເທດເຮົາ.

ພາກວິຊາວິສະວະກຳວັດສະດຸສາດ ຄະນະວິສະວະກຳສາດ ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ ໄດ້ເລັ່ງເຫັນບັນຫາຄວາມສາຄັນຂອງ ອຸດສາຫະກຳທອງແດງລາວ ຈຶ່ງໄດ້ເກີດແນວຄິດເຖິງການສຶກສາ ຄົ້ນຄວ້າເຖິງສະຖານະການ, ສະພາບການທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບອຸດສາຫະກຳ ທອງແດງຂອງປະເທດ ໂດຍການນາເສດສາຍໄຟທີ່ເຫຼືອຈາກການຕິດຕັ້ງ ໄຟຟ້າໃນຕຶກອາຄານ, ໂຮງຈັກໂຮງງານຕ່າງໆ.

ຂະບວນການຜະລິດທອງແດງມີ 2 ວິທີ ໄດ້ແກ່ ວິທີທີ 1 ການ ຜະລິດໂລຫະທອງແດງຈາກແຮ່ທາດ ຫຼື ຈາກການສະກັດແຮ່ທາດຈາກ ການເຜົາ ແລະ ວິທີທີ 2 ການຜະລິດໂລຫະທອງແດງຈາກເສດໂລຫະ (Holland, 2020) ແລະໃນປະເພດທີ 2 ນີ້ ມີການຈັດແບ່ງປະເພດ ທອງແດງອອກເປັນ 2 ປະເພດຄື ໂລຫະທອງແດງ - ທອງແດງເຈືອປົນ ຂຶ້ນຮູບ (Wrought copper alloys) ແລະ ໂລຫະທອງແດງ-ທອງແດງ ເຈືອປົນຫຼໍ່ (Cast Alloy) ໂດຍປະຈຸບັນເນື່ອງຈາກປະເທດລາວເຮົາຍັງ ມີການສຳຫຼວດ ແລະ ຂຸດຄົ້ນບໍ່ແຮ່ທອງແດງໜ້ອຍ ຖ້າທຽບໃສ່ ຕ່າງປະເທດ ອີກທັງຍັງມີຕົ້ນທຶນດ້ານພະລັງງານທີ່ສູງ ຈຶ່ງຍາກທີ່ຈະເຮັດ ການຜະລິດທອງແດງໃຫ້ເປັນຜະລິດຕະພັນຈາກການສະກັດແຮ່ທາດ

ຈາກການເຜົາ ສິ່ງຜົນໃຫ້ປະເທດລາວເຮົາຍັງນາເຂົ້າທອງແດງສາເລັດຮູບ ຈາກຕ່າງປະເທດເປັນນວນຫຼາຍ. ຫຼັງຈາກນາເຂົ້າມາໃຊ້ແລ້ວບ້ານເຮົາຍັງ ຂາດໂຮງຈັກໂຮງງານທີ່ເປັນການນຳເອົາຂີ້ເຫຍື້ອທາງດ້ານວຽກງານ ໄຟຟ້າເປັນຕົ້ນແມ່ນສາຍໄຟທີ່ເສດເຫຼືອນັ້ນບໍ່ໄດ້ມີການກຳຈັດທີ່ ຖືກຕ້ອງຖືກວິທີ ແລະ ສ່ວນໃຫຍ່ ແມ່ນຖືກຂາຍໃນຮູບແບບຂອງສິ່ງ ເສດເຫຼືອ ຫຼື ຖິ້ມຊະຊາຍຕາມປ່າ, ແມ່ນ້ຳຕ່າງໆ ຈຶ່ງກໍ່ໃຫ້ເກີດບັນຫາ ທາງສິ່ງແວດລ້ອມໃນປະຈຸບັນເປັນຢ່າງຫຼາຍ .

ດັ່ງນັ້ນ ການສຶກສາ ແລະ ວິໄຈຄັ້ງນີ້ ເປັນການນຳເອົາທອງແດງ ທີ່ເສື່ອມສະພາບຕາມການເວລາ ຫຼື ເສດເຫຼືອຈາກການຕັດຖິ້ມໃນ ຂະບວນການຕິດຕັ້ງໄຟຟ້າໃນເຮືອນ, ອາຄານ ແລະ ສະຖານທີ່ຕ່າງໆ ນຳເອົາມາແປຮູບເປັນແທ່ງທອງແດງ ເພື່ອຈະໄດ້ສຶກສາຄຸນສົມບັດທາງ ໄຟຟ້າ ແລະ ປຽບທຽບກັບທ່ອງທອງແດງທີ່ເປັນໄດ້ມາດຕະຖານ ເພື່ອ ຈະໄດ້ນຳເອົາແທ່ງທອງແດງກັບມາໃຊ້ໃນວຽກງານຕ່າງໆໃຫ້ແທດເໝາະ ກັບຄຸນສົມບັດອັນໂດດເດັ່ນດັ່ງກ່າວນັ້ນ ໂດຍຈະສຶກສາອຸນຫະພູມໃນ ການຫຼອມລະລາຍ, ຮູບຊົງຂອງການຂຶ້ນຮູບ ແລະ ຄຸນສົມບັດເບື້ອງຕົ້ນ ທາງໄຟຟ້າຂອງທອງແດງທີ່ໄດ້ຮັບການແປຮູບມາແລ້ວ.



ຮູບພາບທີ 1 ຮູບສະແດງເສດສາຍໄຟ ກັບ ທ່ອນທອງແດງ

ທີ່ມາ <https://harrisonspecialiststeels.co.uk/product/copper-flat-bar-c101/>

ຈຸດປະສົງໃນການຄົ້ນຄວ້ານີ້ແມ່ນປະກອບມີ 3 ຈຸດປະສົງຄື: 1) ເພື່ອສຶກສາຈຸດເບື້ອຍຂອງທອງແດງທີ່ໄດ້ຈາກສາຍໄຟຟ້າເສດເຫຼືອ, 2) ເພື່ອວິໄຈຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າຂອງແທ່ງທອງແດງທີ່ໄດ້ຈາກການຂຶ້ນ ຮູບຈາກເສດສາຍໄຟ ແລະ 3) ເພື່ອເປັນຂໍ້ມູນໃນການສົ່ງເສີມ ແລະ ພັດທະນາອຸດສາຫະກຳທອງແດງສຳລັບຜູ້ທີ່ສົນໃຈທີ່ຈະເຮັດການສຶກ ສາໃນເຊິ່ງເລີກຕໍ່ໄປ

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

2.1 ເຄື່ອງມືທີ່ໃຊ້ໃນການທົດລອງ

- | | | | |
|----|---------------|----|--------|
| 1) | ຄືມຕັດ | 1 | ອັນ |
| 2) | ເຄື່ອງຊັ່ງ | 1 | ເຄື່ອງ |
| 3) | ຖັງໃສ່ຕົວຢ່າງ | 10 | ອັນ |
| 4) | ຖ້ວຍເຊລາມິກ | 10 | ອັນ |
| 5) | ແມ່ພິມ | 2 | ອັນ |

- | | | | |
|-----|----------------------------|---|--------|
| 6) | ຄືມຈັບຈອກເຊລາມິກຍາວ | 2 | ອັນ |
| 7) | ຖານຮອງແມ່ພິມ (ກັນຄວາມຮ້ອນ) | 2 | ອັນ |
| 8) | ຖົງມືກັນຄວາມຮ້ອນ | 3 | ຄູ່ |
| 2.2 | ອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນການວິໄຈ | | |
| 1) | ເຄື່ອງ SEM & EDS | 1 | ເຄື່ອງ |
| 2) | ເຕົາເຜົາ | 1 | ເຄື່ອງ |
| 3) | ເຄື່ອງວິເຄາະໄຟຟ້າ RLC | 1 | ເຄື່ອງ |
| 4) | ກ້ອງຈຸໂລທັດ | 1 | ເຄື່ອງ |
| 2.3 | ວິທີການຄົ້ນຄວ້າ | | |

ການນຳເອົາຕົວຢ່າງເສດສາຍໄຟທີ່ໄດ້ມາທຳການແຍກສາຍ ໄຟທີ່ຫຸ້ມໂລຫະທອງແດງທີ່ຢູ່ທາງໃນ ຫຼັງຈາກນັ້ນນຳເອົາໂລຫະ ທອງແດງທີ່ໄດ້ມາຕັດເປັນຕ່ອນນ້ອຍໆຂະໜາດປະມານ 20 – 30 ມມ ຫຼື ຂະໜາດຕາມຄວາມເໝາະສົມເພື່ອໃຫ້ສາມາດເອົາເຂົ້າເຕົາເຜົາໄດ້ ງ່າຍ ແລະ ນຳເອົາໄປເຜົາໃນອຸນຫະພູມທີ່ໄດ້ກຳນົດ ເມື່ອເຜົາໄດ້ຈຸດ ເບື້ອແລ້ວ ນຳມາຖອກໃສ່ແມ່ພິມທີ່ມີຮູບຮ່າງເປັນທ່ອນ ຫຼື ກ້ອນຕາມ

ຮູບຮ່າງແມ່ພິມທີ່ຕ້ອງການ ປະໄວ້ໃຫ້ເປັນຕາມອຸນຫະພູມຫ້ອງ ກໍ່ຈະໄດ້ຜະລິດຕະພັນທ່ອນທອງແດງ. ຫຼັງຈາກນັ້ນຈຶ່ງນຳເອົາຜະລິດຕະພັນດັ່ງກ່າວນັ້ນມາທົດສອບຄຸນສົມບັດທາງພິຊິກ ແລະ ເຄມີ ເພື່ອໃຫ້ຮູ້ເຖິງ

ປະສິດທິພາບຂອງທອງແດງທີ່ຜະລິດໄດ້ ເຊິ່ງມີລາຍລະອຽດ ແລະ ຂັ້ນຕອນຂອງການດຳເນີນການຄົ້ນຄວ້າດັ່ງລຸ່ມນີ້



ຮູບພາບທີ 2 ຮູບສະແດງຂັ້ນຕອນການດຳເນີນການທົດລອງ

2.4 ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

2.4.1 ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງເຄມີ ແລະ ພິຊິກ

- ວິເຄາະຫາຈຸດເປື້ອຍຂອງຕົວຢ່າງໂດຍຜ່ານການເຜົາແຕ່ລະອຸນຫະພູມທີ່ໄດ້ກຳນົດໄວ້ໃນວິທີການທົດລອງຂ້າງເທິງນີ້
- ວິເຄາະຫາພື້ນຜິວຂອງແທ່ງແດງໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງຈຸລະທັດຊ່ອງເບິ່ງເນື້ອຜິວພາຍນອກ
- ວິເຄາະອົງປະກອບທາງເຄມີຂອງເສດສາຍໄຟທອງແດງກ່ອນ ແລະ ຫຼັງການເຜົາຜ່ານເຄື່ອງ Coxem & EDS
- ຊອກຫາຄວາມໜ້າແໜ້ນຂອງຕົວຢ່າງລໍ່ຂຶ້ນຮູບເປັນກ້ອນ, ເປັນແຜ່ນແລ້ວ ແລະ ວິເຄາະສີຂອງຕົວຢ່າງທີ່ໄດ້
 - ໃນການຄິດໄລ່ຫາຄວາມໜ້າແໜ້ນ ແມ່ນ ອີງຕາມສົມຜົນລຸ່ມນີ້

$$\rho = \frac{M}{V}$$

ρ ຄວາມໜ້າແໜ້ນ ຫົວໜ່ວຍເປັນ g/cm³

M ມວນສານ ຫົວໜ່ວຍເປັນ g

V ບໍລິມາດ ຫົວໜ່ວຍເປັນ cm³ ເຊິ່ງວ່າ V = ກ້ວາງ x ຍາວ x ໜ້າ

2.4.2 ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າ

- ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າແມ່ນເຮົານຳໃຊ້ເຄື່ອງວັດແທກກະແສໄຟຟ້າ HIOKI IM 3536 LCR METER ເພື່ອຊອກຫາຄ່າສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າ ແລະ ຄ່າຄວາມຕ້ານຢູ່ໃນທ່ອນໂລຫະທອງແດງ.

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

3.1 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະຈາກການເຜົາ

3.1.1 ການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 900°C

ການເຜົາເສດສາຍໄຟທອງແດງໃນອຸນຫະພູມ 900°C ແມ່ນບໍ່ທັນເປື້ອຍເປັນນ້ຳໂລຫະທອງແດງ ເຊິ່ງຈະປະກົດເປັນສີດາທີ່ເກີດຈາກການປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງທອງແດງ ກັບ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ທອງແດງມີສີດາ ດັ່ງຮູບພາບທີ 3 (ກ) ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 900°C

3.1.1 ການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1030°C

ການເຜົາເສດສາຍໄຟທອງແດງໃນອຸນຫະພູມ 1030°C ແມ່ນບໍ່ທັນເປື້ອຍເປັນນ້ຳໂລຫະທອງແດງ ເຊິ່ງຈະປະກົດເປັນສີດາທີ່ເກີດຈາກການປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງທອງແດງ ກັບ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດ ຈຶ່ງເຮັດ

ໃຫ້ທອງແດງມີສີດຳ ດັ່ງຮູບພາບທີ 3 (ຂ) ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1030°C

3.1.1 ການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1040°C

ການເຜົາເສດສາຍໄຟທອງແດງໃນອຸນຫະພູມ 1040°C ແມ່ນທອງແດງກຳລັງເປື້ອນເຄິ່ງໜຶ່ງທາງລຸ່ມ ສ່ວນເບື້ອງເທິງຍັງບໍ່ທັນເປື້ອນເປັນນ້ຳໂລຫະທອງແດງ ເຊິ່ງຈະປະກົດເປັນສີດຳທີ່ເກີດຈາກການປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງທອງແດງ ກັບ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ທອງແດງມີສີດຳ ແລະ ໂລຫະທອງແດງທີ່ໄດ້ແມ່ນມີຮູບຮ່າງຕາມແມ່ແບບ ເຊິ່ງມີລັກສະນະເປັນທ່ອນ, ມີສີດຳ ແລະ ມີຮອຍໄໝ້ເປັນຈຸດງຸດ ດັ່ງຮູບພາບທີ 4 ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1040°C

3.1.1 ການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1050°C

ການເຜົາເສດສາຍໄຟທອງແດງໃນອຸນຫະພູມ 1050°C ແມ່ນທອງແດງກຳລັງເປື້ອນເປັນນ້ຳໂລຫະທອງແດງ ເຊິ່ງຈະປະກົດເປັນທ່ອນທອງແດງສີດຳທີ່ເກີດຈາກການປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງທອງແດງ ກັບ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ທອງແດງມີສີດຳ ແລະ ມີຮູບຮ່າງຕາມແມ່ແບບ ເຊິ່ງມີລັກສະນະເປັນທ່ອນ, ມີສີດຳ ແລະ ມີຮອຍໄໝ້ເປັນຈຸດງຸດ ດັ່ງຮູບພາບທີ 5 (ກ) ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1050°C

3.1.1 ການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1080°C

ການເຜົາເສດສາຍໄຟທອງແດງໃນອຸນຫະພູມ 1080°C ແມ່ນທອງແດງປ່ຽນສະຖານະຈາກທາດແຂງເປັນທາດແຫຼວ ຫຼື ກຳລັງເປື້ອນເປັນນ້ຳໂລຫະທອງແດງ ເຊິ່ງຈະປະກົດເປັນທ່ອນທອງແດງສີດຳທີ່ເກີດຈາກການປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງທອງແດງ ກັບ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ທອງແດງມີສີດຳ ແລະ ມີຮູບຮ່າງຕາມແມ່ແບບເຊິ່ງມີລັກສະນະເປັນທ່ອນ, ມີສີດຳ ແລະ ມີຮອຍໄໝ້ເປັນຈຸດງຸດ ດັ່ງຮູບພາບທີ 5 (ຂ) ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1080°C

3.2 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະທາງດ້ານພື້ນຜິວຜ່ານກ້ອງຈຸລະທັດ

ການແປຄວາມໝາຍຈາກຮູບຂ້າງເທິງ ຜົນຂອງການຖ່າຍຮູບພາບຈາກກ້ອງຈຸລະທັດຂອງໂລຫະທອງແດງສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງສີຂອງໂລຫະທອງແດງທີ່ເປັນສີນ້ຳຕານ, ເນື້ອຜິວຫຍາບ ແລະ ພື້ນຜິວປະກອບດ້ວຍປຸ່ມ ແລະ ຮອຍຂີດຂະໜານນ້ອຍ ແລະ ຍັງສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງໂຄງສ້າງຈຸລະພາກຂອງໂລຫະທອງແດງ, ໂຄງສ້າງຈຸລະພາກນີ້ປະກອບດ້ວຍມະນີ (ຜລຶກ) ໂລຫະຂະໜານນ້ອຍຮຽງຕົວແບບສຸ່ມ, ມະນີເຫຼົ່ານີ້ເຮັດໃຫ້ໂລຫະທອງແດງມີຄວາມແຂງແຮງ ແລະ ທົນທານ ດັ່ງຮູບພາບທີ 6 ການວິເຄາະພື້ນຜິວຂອງໂລຫະທອງແດງທີ່ຫຼອມລະລາຍແລ້ວ

3.3 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະອົງປະກອບທາງເຄມີ

ການຫຼອມເສດໂລຫະທອງແດງຊັ້ນຄຸນນະພາບຕ່ຳຈະເລີ່ມຕົ້ນດ້ວຍການຫຼອມດ້ວຍເຕົາເປົ່າລົມ ຫຼື ເຕົາປິ່ນກ່ອນ ຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ແມ່ນ ໂລຫະທອງແດງບໍ່ບໍລິສຸດ ສາລັບທອງແດງທີ່ເຜົາສະກັດໃນເຕົາພື້ນລົມ ຄວາມບໍ່ບໍລິສຸດທີ່ໄດ້ສູງຮອດ 80% - 90% ແລະ ໂລຫະທອງແດງທີ່ເຜົາສະກັດດ້ວຍເຕົາເຜົາອນຈະມີຄວາມບໍ່ບໍລິສຸດຮອດ 90%, ແລະ ມາເບິ່ງສ່ວນປະກອບທາງເຄມີຂອງຜົນການທົດລອງຂອງຄະນະຜູ້ວິໄຈຄັ້ງນີ້ແມ່ນໄດ້ນຳໃຊ້ເຕົາເຜົາໄຟຟ້າ ເຊິ່ງໄດ້ໂລຫະທອງແດງທີ່ມີຄວາມບໍ່ບໍລິສຸດເຖິງ 97.23% ສ່ວນທາດອື່ນໆທີ່ເປັນສ່ວນປະກອບສ່ວນໜ້ອຍນັ້ນ ເຊັ່ນ ທາດອີກຊີແຊນ ແລະ ທາດອື່ນໆ ດັ່ງຮູບ

ພາບທີ 7 ເສັ້ນສະແດງອົງປະກອບທາງເຄມີຂອງທອງແດງ (ຜົນການທົດລອງໄດ້ຈາກການວິເຄາະດ້ວຍເຄື່ອງວິເຄາະທາດ CoXem Ex30)

3.4 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະຄວາມໜາແໜ້ນ

ການຫຼອມໂລຫະຢູ່ອຸນຫະພູມຕ່ຳຕັ້ງແຕ່ 1,040°C ຈະມີຄວາມໜາແໜ້ນເທົ່າກັບ 7.27 g/cm³, ອຸນຫະພູມ 1,050°C ຈະມີຄວາມໜາແໜ້ນເທົ່າກັບ 7.91 g/cm³, ແລະ ຢູ່ອຸນຫະພູມ 1,080°C ຈະມີຄວາມໜາແໜ້ນຢູ່ 8.63 g/cm³ ດັ່ງນັ້ນສາມາດເບິ່ງໄດ້ວ່າ ຄວາມໜາແໜ້ນຈະເພີ່ມຂຶ້ນເມື່ອໃກ້ຈຸດຫຼອມແຫຼວຂອງທອງແດງ ແລະ ຈະເຮັດໃຫ້ທອງແດງມີຄວາມໜາແໜ້ນສູງຂຶ້ນເມື່ອເຢັນໂຕລົງ ດັ່ງຮູບພາບທີ 8 ເສັ້ນສະແດງຄວາມໜາແໜ້ນຂອງທອງແດງ

3.5 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າ

ເຮົາສາມາດປຽບທຽບຄ່າສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າທີ່ໄດ້ຈາກການທົດລອງ ແລະ ຄ່າທີ່ເປັນມາດຕະຖານ ເຊິ່ງຄ່າທີ່ໄດ້ຈາກການທົດລອງໃນອຸນຫະພູມ 1,040°C ເຊິ່ງມີຄ່າສະເລ່ຍຂອງສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 150.62×10^3 (S/m), ອຸນຫະພູມ 1,050°C ເຊິ່ງມີຄ່າສະເລ່ຍຂອງສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 557.15×10^3 (S/m), ອຸນຫະພູມ 1,080°C ເຊິ່ງມີຄ່າສະເລ່ຍຂອງສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 395.11×10^3 (S/m) ແລະ ຄ່າທີ່ເຮົານຳເອົາປຽບທຽບໃນຄັ້ງນີ້ແມ່ນມີຄ່າເທົ່າກັບ $59,800 \times 10^3$ (S/m) ເຊິ່ງເປັນຄ່າທີ່ວັດແທກໄດ້ຢູ່ໃນອຸນຫະພູມທ້ອງທົດ 20°C ແລະ ມີຂະໜາດຄ້າຍຄືລວດສາຍໄຟ ອັນເປັນຜົນເຮັດໃຫ້ຄ່າສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າຂອງພວກເຮົາມີຄ່າທີ່ແຕກຕ່າງກັນຫຼາຍເນື່ອງຈາກຮູບຮ່າງຂອງຊັ້ນງານໃນການເຮັດທົດລອງ ດັ່ງນັ້ນຄ່າສຳປະສິດທີ່ໄດ້ຈາກການທົດລອງຈຶ່ງມີຄ່າທີ່ຂ້ອນຂ້າງໜ້ອຍກ່ວາ ຄ່າທີ່ນຳມາປຽບທຽບຫຼາຍ, ແຕ່ຖ້າອີງໃສ່ທົດສະດີເລື່ອງອຸນຫະພູມແລ້ວ ໂລຫະທອງແດງຖ້າຍິ່ງເຜົາໃນອຸນຫະພູມສູງຈະເຮັດໃຫ້ຄ່າການຊັກນຳໄຟຟ້າຕ່ຳລົງ ເນື່ອງຈາກການສູນເສຍອີເລັກຕຣອນເສລີໄປໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມສູງ ແລະ ເຮົາຈະສັງເກດຈາກຜົນການທົດລອງໄດ້ວ່າ ຍິ່ງອຸນຫະພູມສູງຂຶ້ນ ຄ່າການຊັກນຳໄຟຟ້າຂອງພວກເຮົາກໍ່ຍິ່ງຕ່ຳລົງ ແລະ ອີກປັດໄຈໜຶ່ງແມ່ນເລື່ອງຂອງຮູບຮ່າງຂອງຊັ້ນງານທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄ່າການຊັກນຳໄຟຟ້າ.

4. ວິພາກຜົນ

ຜ່ານຜົນການຄົ້ນຄວ້າສາມາດວິພາກຜົນການທົດລອງໄດ້ຄື ໂດຍອີງຕາມຈຸດປະສົງແລ້ວ ໃນການຊອກຫາຈຸດເປື້ອນຂອງເສດສາຍໄຟທີ່ເສດເຫຼືອຈາກການຕິດຕັ້ງໄຟຟ້າໃນອາຄານບ້ານເຮືອນແມ່ນສາມາດນຳມາຫຼອມໄດ້ຢູ່ໃນອຸນຫະພູມ 1040 ອົງສາຊີ ແຕ່ຢູ່ໃນອຸນຫະພູມນີ້ ໂລຫະຍັງບໍ່ທັນປ່ຽນສະຖານະທັງໝົດ ໂດຍອີງຕາມຜົນວິເຄາະໃນຂໍ້ 3.1 ຈະພົບວ່າ ໃນອຸນຫະພູມດັ່ງກ່າວ ແມ່ນຍັງມີໂລຫະທີ່ຖືສະຖານະເປັນທາດແຂງຢູ່ເກືອບເຄິ່ງໜຶ່ງ ສ່ວນທີ່ເຫຼືອແມ່ນປ່ຽນເປັນທາດແຫຼວ ແລະ ໃນອຸນຫະພູມທີ 1,050 °C ແລະ 1,080 °C ນັ້ນ ໂລຫະທອງແດງປ່ຽນສະຖານະຈາກທາດແຂງ ເປັນທາດແຫຼວ ໝາຍຄວາມວ່າ ເຮົາສາມາດຫຼອມໂລຫະໃຫ້ລະລາຍໄດ້ດີສຸດໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້ຢູ່ອຸນຫະພູມ 1,050 °C ໂດຍອີງໃສ່ໃນທົດສະດີ (Metals Properties, 1954) ຈຸດຫຼອມແຫຼວຂອງໂລຫະທອງແດງ ແມ່ນຢູ່ທີ່

1,080 °C ດັ່ງນັ້ນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ແມ່ນສາມາດລຸດອຸນຫະພູມໃນການຫຼອມແຫຼວໂລຫະທອງແດງໄດ້ຢູ່ອຸນຫະພູມ 1,050 °C .

ຫຼັງຈາກນັ້ນທີມງານພວກຂ້າພະເຈົ້າໄດ້ນຳເອົາໂລຫະທອງແດງທີ່ເປື້ອຍ ແລະ ຂຶ້ນຮູບເປັນທ່ອນທອງແດງນັ້ນມາກວດສອບເບິ່ງພື້ນຜິວຂອງທອງແດງໃນອັດຕາການຂະຫຍາຍ 100 ເທົ່າ ຈະເຫັນລັກສະນະຂອງທອງແດງແຕ່ລະຕົວຢ່າງແມ່ນມີສີນ້ຳຕານ, ພື້ນຜິວຂອງໂລຫະທອງແດງມີຄວາມຫຍາບ ແລະ ປະກອບດ້ວຍປຸ່ມ ແລະ ຮອຍຂະໜາດນ້ອຍ. ຜົນຂອງການສ່ອງຜ່ານກ້ອງຈຸລະທັດທອງແດງອາດແຕກຕ່າງກັນໄປຂຶ້ນຢູ່ກັບອົງປະກອບ, ປະລິມານ ແລະ ວິທີການຜະລິດຂອງໂລຫະທອງແດງ.

ການວິເຄາະສ່ວນປະກອບທາງເຄມີຂອງໂລຫະທອງແດງເມື່ອປຽບທຽບກັບບົດຄວາມຂອງ (Guide to investing in the mining industry in Lao PDR, 2005) ໄດ້ເຮັດການທົດລອງກ່ຽວກັບຂັ້ນຕອນໃນການຜະລິດທອງແດງ ໂດຍເລີ່ມຈາກການກະກຽມ, ແຍກເສດໂລຫະທອງແດງ ລວມໄປຮອດການທຳຄວາມສະອາດ ແລະ ກຳນົດສ່ວນປະສົມຂອງເສດໂລຫະທອງແດງຕາມສັດສ່ວນທີ່ກຳນົດ. ການຫຼອມເສດໂລຫະທອງແດງຊັ້ນຄຸນນະພາບຕ່ຳຈະເລີ່ມຕົ້ນດ້ວຍການຫຼອມດ້ວຍເຕົາພື້ນລົມ ຫຼື ເຕົາໝູນກ່ອນ ຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ແມ່ນໂລຫະທອງແດງບໍ່ບໍລິສຸດ ສຳລັບທອງແດງທີ່ຖະລຸງໃນເຕົາພື້ນລົມຄວາມບໍລິສຸດທີ່ໄດ້ສູງຮອດ 80% - 90% ແລະ ໂລຫະທອງແດງທີ່ຖະລຸງດ້ວຍເຕົານອນຈະມີຄວາມບໍລິສຸດຮອດ 90%, ແລະ ມາເບິ່ງສ່ວນປະກອບທາງເຄມີຂອງຜົນການທົດລອງທີ່ພວກຂ້າພະເຈົ້າໄດ້ເຮັດໃນຄັ້ງນີ້ແມ່ນ ໂລຫະທອງແດງມີຄວາມບໍລິສຸດເຖິງ 97.23% ສ່ວນທາດອື່ນໆທີ່ເປັນສ່ວນກອບໜ້ອຍນັ້ນ ເຊັ່ນ ອີກຊີແຊນ ແລະ ອື່ນໆ. ຈະສາມາດເຫັນຄວາມແຕກຕ່າງຄວາມຄວາມບໍລິສຸດຂອງໂລຫະທອງແດງຈາກວິທີຂອງທ່ານ ມະນັດ ເພີມຂຶ້ນເຖິງ 7.23%.

ການວິເຄາະຄວາມໜາແໜ້ນແມ່ນອີງຕາມການຄິດໄລ່ຕາມສຸດຄວາມໜາແໜ້ນ ເຊິ່ງເຮົາສາມາດເຫັນຄວາມໜາແໜ້ນຈາກເສັ້ນສະແດງເລີ່ມຈາກອຸນຫະພູມຕ່ຳທີ່ຫຼອມເປັນໂລຫະໄປສູ່ອຸນຫະພູມສູງ ຄວາມໜາແໜ້ນກໍຈະເພີ່ມຂຶ້ນເຊັ່ນດຽວກັນ ເຊິ່ງຖ້າອີງຕາມທິດສະດີ ແລະ ຫຼັກການແລ້ວ (Copper.org, 2020) ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງທອງແດງ ແມ່ນ ເລື່ອງຂອງສ່ວນປະກອບທາງເຄມີ ເຊິ່ງຖ້າຫາກໂລຫະທອງແດງມີທາດອື່ນເຈືອປົນຢູ່ຫຼາຍຈະເຮັດໃຫ້ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງທອງແດງຕ່ຳລົງ, ອຸນຫະພູມທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຄວາມດັນ ເຊິ່ງຄວາມໜາແໜ້ນຂອງໂລຫະທອງແດງຈະເພີ່ມຂຶ້ນ ເມື່ອຄວາມດັນສູງຂຶ້ນ, ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງໂລຫະທອງແດງບໍລິສຸດຢູ່ອຸນຫະພູມຫ້ອງ (20°C) ຈະມີຄ່າປະມານ 8.96 g/cm³.

ຜົນວິພາກຈາກຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າຈະສັງເກດເຫັນວ່າ ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າຂອງໂລຫະທອງແດງ ແມ່ນ ຄວາມຍາວ ເຊິ່ງຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າຂອງໂລຫະທອງແດງຈະພົວພັນກົງກັບຄວາມຍາວ ໝາຍຄວາມວ່າ ຍິ່ງໂລຫະທອງແດງຍາວເທົ່າໃດ ຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າກໍຈະຍິ່ງຫຼາຍຂຶ້ນເທົ່ານັ້ນ, ອີກອັນໜຶ່ງແມ່ນ ເນື້ອທີ່ໜ້າຕັດ ເຊິ່ງຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າຂອງໂລຫະທອງແດງຈະພົວພັນປົ່ນກັບເນື້ອທີ່ໜ້າຕັດ ໝາຍຄວາມວ່າ ຍິ່ງໂລຫະທອງແດງມີເນື້ອທີ່ໜ້າຕັດຫຼາຍເທົ່າໃດ ຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າກໍຈະຍິ່ງໜ້ອຍລົງເທົ່ານັ້ນ ນອກຈາກນັ້ນຍັງແມ່ນເລື່ອງຂອງອຸນຫະພູມ ໝາຍຄວາມວ່າຍິ່ງອຸນຫະພູມສູງຂຶ້ນເທົ່າໃດ ຄວາມຕ້ານ

ໄຟຟ້າກໍຈະຍິ່ງຫຼາຍຂຶ້ນເທົ່ານັ້ນ ແລະ ສຸດທ້າຍແມ່ນເລື່ອງຂອງຄວາມບໍລິສຸດທີ່ຈະເຮັດໃຫ້ທອງແດງມີຈຸດເປື້ອຍທີ່ຄົງທີ່ ເຊິ່ງຖ້າຫາກທອງແດງມີທາດໂລຫະອື່ນເຈືອປົນອາດເຮັດໃຫ້ມີຈຸດເປື້ອຍທີ່ສູງ ຫຼື ຕ່ຳນັ້ນແມ່ນຂຶ້ນກັບໂລຫະທີ່ມາເຈືອປົນ.

5. ສະຫຼຸບ

ຈາກການສຶກສາຄຸນສົມບັດຂອງທ່ອນທອງແດງທີ່ຜະລິດຈາກເສດສາຍໄຟທີ່ເສດເຫຼືອ ຫຼື ສາຍໄຟທີ່ໝົດອາຍຸການໃຊ້ງານໃນວຽກງານດ້ານການໄຟຟ້າ ເປັນຕົ້ນແມ່ນ ການຕິດຕັ້ງໄຟຟ້າໃນອາຄານ, ບ້ານເຮືອນຕ່າງໆ ໂດຍທີມງານຄົ້ນຄວ້າພວກເຮົາໄດ້ນຳເອົາເສດສາຍໄຟເຫຼົ່ານັ້ນມາໃຊ້ຄືນ ໂດຍວິທີການນຳເສດທອງແດງມາ ຫຼອມລະລາຍໃຫ້ເປື້ອຍເປັນນ້ຳໂລຫະ ແລ້ວຈຶ່ງນຳມາຂຶ້ນຮູບເປັນທ່ອນໂລຫະທອງແດງ. ຈາກຜົນການສຶກສາທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ 1) ຈຸດຫຼອມແຫຼວຂອງໂລຫະທອງແດງທີ່ໄດ້ຈາກເສດສາຍໄຟນັ້ນ ອຸນຫະພູມ 1,050 °C ຂຶ້ນໄປ ຫາ 1,080 °C ແລະ ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງທອງແດງທີ່ຫຼອມໄດ້ແມ່ນ 7.91 g/cm³ ແລະ 8.63 g/cm³ ຕາມລຳດັບ. 2) ຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າຂອງແທ່ງທອງແດງທີ່ຂຶ້ນຈາກເສດສາຍໄຟແມ່ນເຮົາວັດແທກຄ່າຜ່ານສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າ ເຊິ່ງຄ່າທີ່ໄດ້ຈາກການທົດລອງໃນອຸນຫະພູມ 1,040°C ເຊິ່ງມີຄ່າສະເລ່ຍຂອງສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 150.62×10^3 (S/m), ອຸນຫະພູມ 1050°C ເຊິ່ງມີຄ່າສະເລ່ຍຂອງສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 557.15×10^3 (S/m), ອຸນຫະພູມ 1,080°C ເຊິ່ງມີຄ່າສະເລ່ຍຂອງສຳປະສິດການຊັກນຳໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 395.11×10^3 (S/m), ພື້ນຜິວທີ່ໄດ້ແມ່ນມີຮູບຝຸ່ນ, ຮອຍແຕກ ຫຼື ຮອຍລ້າວ ແລະ ຍັງມີສີເປັນສີດຳ ຫຼື ສີນ້ຳຕານເນື່ອງຈາກການເກີດອອກໄຊດ ສ່ວນການປ່ຽນແປງທາງສ່ວນປະກອບເຄມີນັ້ນໂລຫະທອງແດງຈະເຮັດປະຕິກິລິຍາກັບອອກຊີເຈນໃນອາກາດກາຍເປັນອອກໄຊເທິງຜິວໂລຫະ ຊັ້ນອອກໄຊດນີ້ມີຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າ ແລະ ທາງກົນລະສາດທີ່ແຕກຕ່າງຈາກໂລຫະທອງແດງ, ແລະ ໂລຫະທອງແດງມີຄວາມບໍລິສຸດເຖິງ 97.23% ສ່ວນທາດອື່ນໆທີ່ເປັນສ່ວນກອບສ່ວນຫນ້ອຍແມ່ນ ອີກຊີແຊນ ແລະ ອື່ນໆ. ແລະ ການປ່ຽນແປງຄຸນສົມບັດທາງໄຟຟ້າ ແມ່ນຄ່າຂອງການຊັກນຳໄຟຟ້າຂອງໂລຫະທອງແດງຫຼຸດລົງເມື່ອເຜົາໄໝ້, ສາເຫດຫຼັກມາຈາກອຸນຫະພູມເພີ່ມຂຶ້ນອີເລັກຕຣອນໃນໂລຫະຈະເຄື່ອນທີ່ໄວຂຶ້ນ ແລະ ຕາກັນຫຼາຍຂຶ້ນ ເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມຕ້ານຕໍ່ການໄຫຼຂອງກະແສໄຟຟ້າຫຼາຍຂຶ້ນ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄ່າການຊັກນຳໄຟຟ້າລຸດລົງ, ການເກີດອອກໄຊດ ແລະ ການປ່ຽນແປງໂຄງສ້າງຈຸນລະພາກ ສ່ວນໂຕທີ່ກົງກັນຂ້າມແມ່ນຄ່າຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າຂອງໂລຫະທອງແດງຈະເພີ່ມຂຶ້ນເມື່ອເຜົາໄໝ້ສາເຫດຫຼັກມາຈາກການລຸດລົງຂອງຄ່າການຊັກນຳໄຟຟ້າ ແລະ ອີກປັດໄຈໜຶ່ງແມ່ນຂະໜາດ ແລະ ຮູບຮ່າງຂອງຊື່ນງານຕົວຢ່າງທີ່ນຳມາທົດສອບຈະສົ່ງຜົນໂດຍກົງຕໍ່ຄວາມຕ້ານໄຟຟ້າເຊິ່ງເປັນຄ່າຜົນປ່ຽນກັບຄ່າການຊັກນຳ. 3) ຜ່ານການທົດລອງມານີ້ເຫັນວ່າສາມາດນຳຂໍ້ມູນດັ່ງນີ້ເປັນພື້ນຖານໃນການອ້າງອີງ ແລະ ນຳໄປສຶກສາຄົ້ນຄວ້າຕໍ່ໄປໃນເຊິງເລິກໃນການວິເຄາະຫຼື ວິໄຈກ່ຽວກັບທອງແດງໃນບ້ານເຮົາ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິບັດຕົນວ່າ ຂໍມຸນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງ ທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບ ພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄໍາຂອບໃຈ

ຂ້າພະເຈົ້າ ຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງ ຄະນະນຳ ຄະນະ ວິສະວະກຳສາດ, ຫ້ອງການຄົ້ນຄວ້າ ແລະ ບໍລິການວິຊາການ ແລະ ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ, ຂໍຂອບໃຈມາຍັງທຶນລັດຖະບານ ງົບປະມານ ປີ 2023, ສະບັບເລກທີ 477/ມສ, ລົງວັນທີ 21 ມິຖຸນາ 2023 ທີ່ໃຫ້ການສະໜັບສະໜູນທາງດ້ານງົບປະມານ, ໃຫ້ຄຳປຶກສາ ແລະ ຄວາມຄິດເຫັນຕ່າງໆທີ່ປະກອບຢູ່ໃນບົດວິໄຈນີ້ ພ້ອມທັງອານວຍ ຄວາມສະດວກໃນການນຳໃຊ້ຫ້ອງທົດລອງ ເພື່ອການທົດລອງຄັ້ງນີ້ຈົນ ສຳເລັດດ້ວຍດີ.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

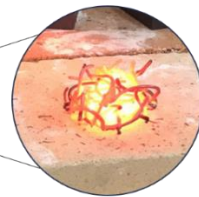
- ເຢັນສິລິ, ສ. (2020). ຮູບແບບການຄັດແຍກເສດວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ໃນ ຄົວເຮືອນເພື່ອເພີ່ມລາຍໄດ້ໃຫ້ແກ່ຊຸມຊົນ. ປະເທດໄທ: ມະຫາວິທະຍາໄລລາດສະພັດພະນະຄອນສີອາຍຸດທະຍາ.
- ວໍລະຈັກ, ນ., ສຸກສິມຫວັງ, ພ., & ພິມມະວົງ, ກ. (2019). ວັດສະດຸ ສາດເບື້ອງຕົ້ນ. ຫຼວງພະບາງ: ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ.
- ເຈລິນສິລິ, ນ. (2020). ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ການປະກອບທຸລະກິດຊື່ຂາຍ ຂີ້ເຫຍື້ອລົຊເຄີລຂອງຜູ້ປະກອບການໃນແຂງສະມຸດ ສາຄອນ.
- ພັກວິເສດ, ປ., & ພິມມະວົງ, ກ. (2024). ວິຊາ ພື້ນຖານວັດສະດຸອີ ເລັກໂຕຣນິກ. ຫຼວງພະບາງ: ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ.
- ຕົ້ນແພງ, ບ., ລັດດາວົງ, ຫຼ., & ບຸນຍາວົງ, ສ. (2019). ຄຸນສົມບັດ ທາງກາຍະພາບຂອງວັດສະດຸ. ຫຼວງພະບາງ: ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ.
- ພັກວິເສດ, ປ., ພິມມະວົງ, ກ., ແກ່ນນະວົງ, ສ., ສີຈຳປາ, ຈ., ສັກດາ ວົງ, ສ., & ວິໄລແສງ, ສ. (2024). ສຶກສາໂຄງສ້າງ ແລະ ຄຸນສົມບັດໂດຍເລັກຕຣິກຂອງທາດແບລຽມໄທທາເນດ (BaTiO₃) ທີ່ກະກຽມດ້ວຍວິທີປະຕິກິລິຍາທາດ ແຂງ. *ວາລະສານວິທະຍາສາດທຳມະຊາດ*, 23(1), 130 - 138. <https://sj.sjnl.la/index.php/sj/article/view/18>
- Copper Development Association Inc. (2020, 06 18). Copper.org. Retricted from Recycling of copper: <https://copper.org/>
- Bouasavanh, S., Keohavong, B., & Kande, T. (2024). The Physical and Chemical Properties of Natural Drinking Water in Phonexay District, Lao PDR: <https://doi.org/10.69692/sujournal2024.10.1.140-147>. *Souphanouvong University Journal*

Multidisciplinary Research and Development, 10(1), 140–147. Retrieved from <https://www.su-journal.com/index.php/su/article/view/567>

- Holland, M. (2020), “Reducing the health risks of the copper, rare earth and cobalt industries: Transition to a circular low-carbon economy”, OECD Green Growth Papers, No. 2020/03, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/88ce1db4-en>.
- Department of Primary Industried and Mine. (2005). Guide to investing in the mining industry in Lao PDR. Bangkok: Ministry of Industry, Thailand.
- International Copper Study Group. (2014). The World Copper Factbook 2014. Lisbon, Portugal: CSG Publicsher.
- Keothongkham, K. Pimanpang, S. & Maiaugree, W. (2023). Preparation and Characterization of Polyaniline Film on Conductive Glass for Dye-Sensitized Solar Cell Counter Electrodes by Chemical Deposition. *Souphanouvong University Journal of Multidisciplinary Research and development*, ISSN 2521-0653, Volume 9, 264-272.
- L Hoyt Samuel. (1954). Metals Properties. NewYork: Mc Graw-Hill Book Company, INC.
- de Mello, L. (2008), “Managing Chile's Macroeconomy during and after the Copper Price Boom”, OECD Economics Department Working Papers, No. 605, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/242135544660>.
- Macie Wedrychowiz, Jagoda Kurowiak, & Tomasz Shrzekut and Piotr Noga. (2023). Recycling of Electrical Cables - Current Challenges and Future Prospects. MDPI, Materials, 1-20.
- National Technical Information Service (NTIS). (September 2004). Public health statement Copper. Washington, D.C, USA: ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease registry.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (1995, 7 3). OECD, Recycling of Copper, Lead and Zinc Beraing Wastes, Environment monograph : <https://www.oecd.org/content/oecd/en/search.html?q=copper&orderBy=mostRelevant&page=0>
- Vasnarphiengphong, T. (2019). *Ceramics Advanced Materials for Engineering*. Bangkok, Thailand: Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
- Wang, T., Berrill, P., Zimmerman, J. B., & Hertwich, E. G. (2021). Copper Recycling Flow Model for the United States Economy: Impact of Scrap Quality on Potential Energy Benefit. *Environmental*

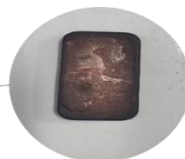


(ກ)

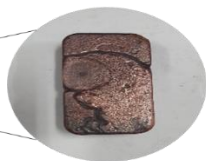


(ຂ)

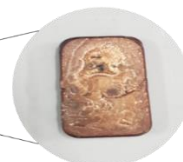
ຮູບພາບທີ 3: ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 900°C ແລະ 1,030°C



ຮູບພາບທີ 4: ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1,040°C

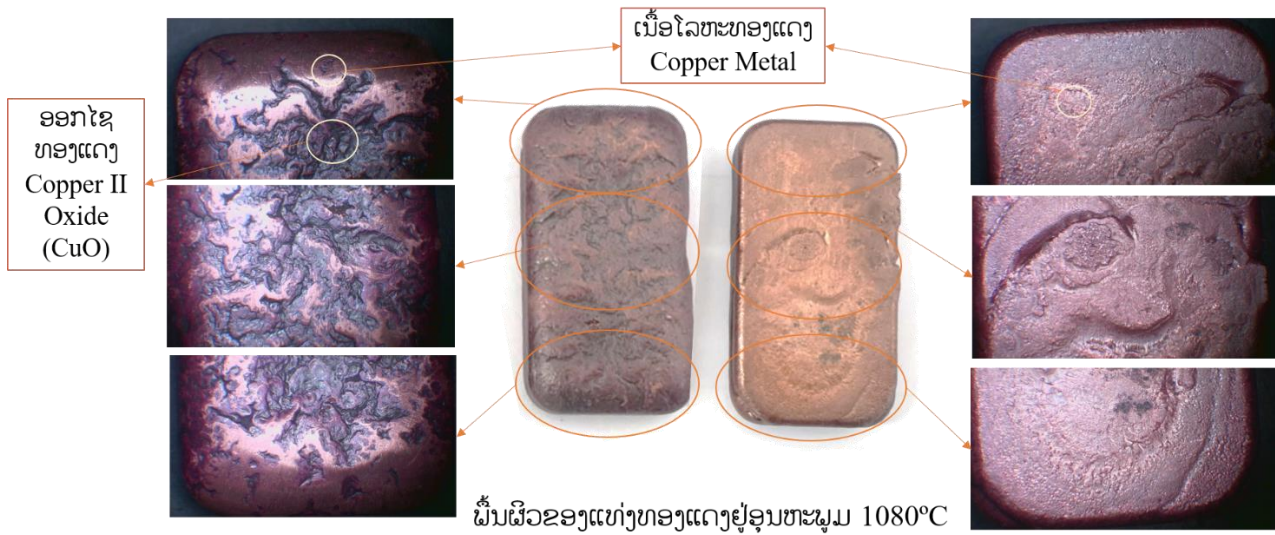
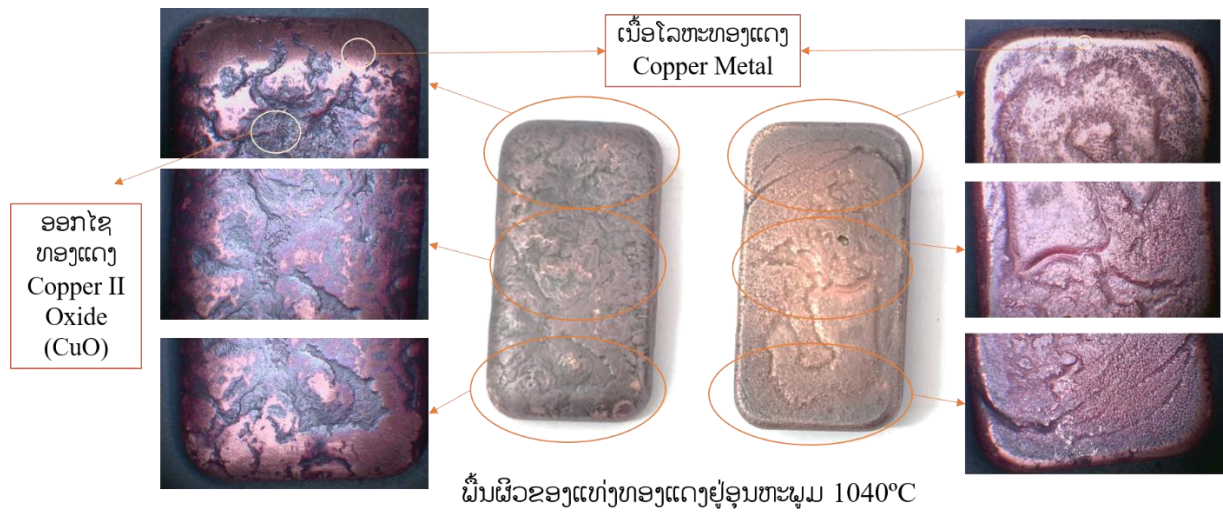


(ກ)

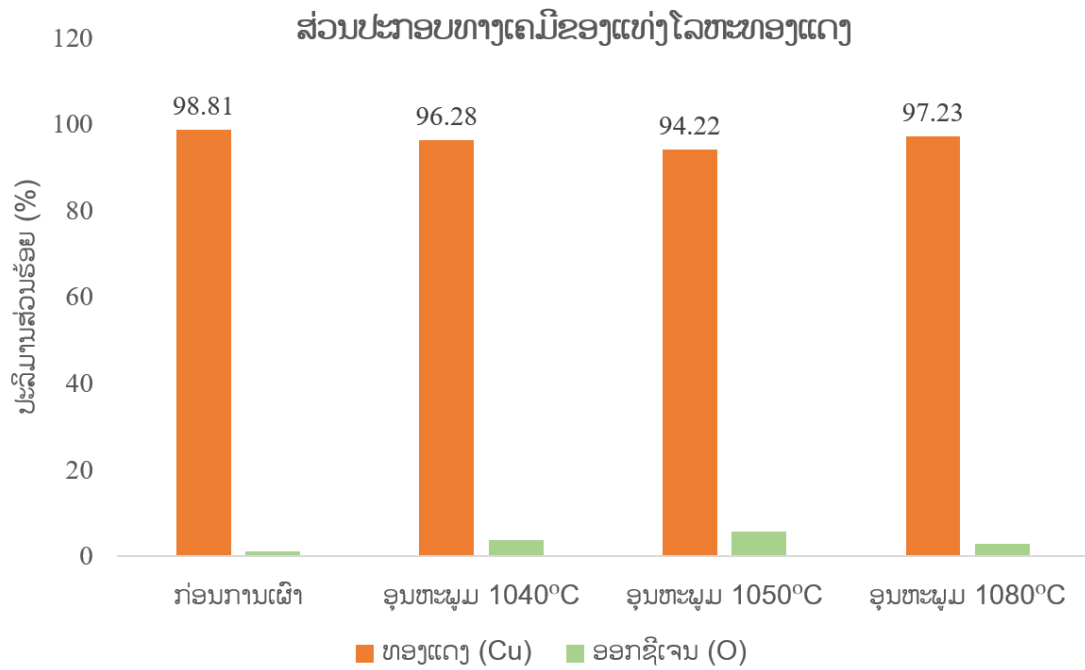


(ຂ)

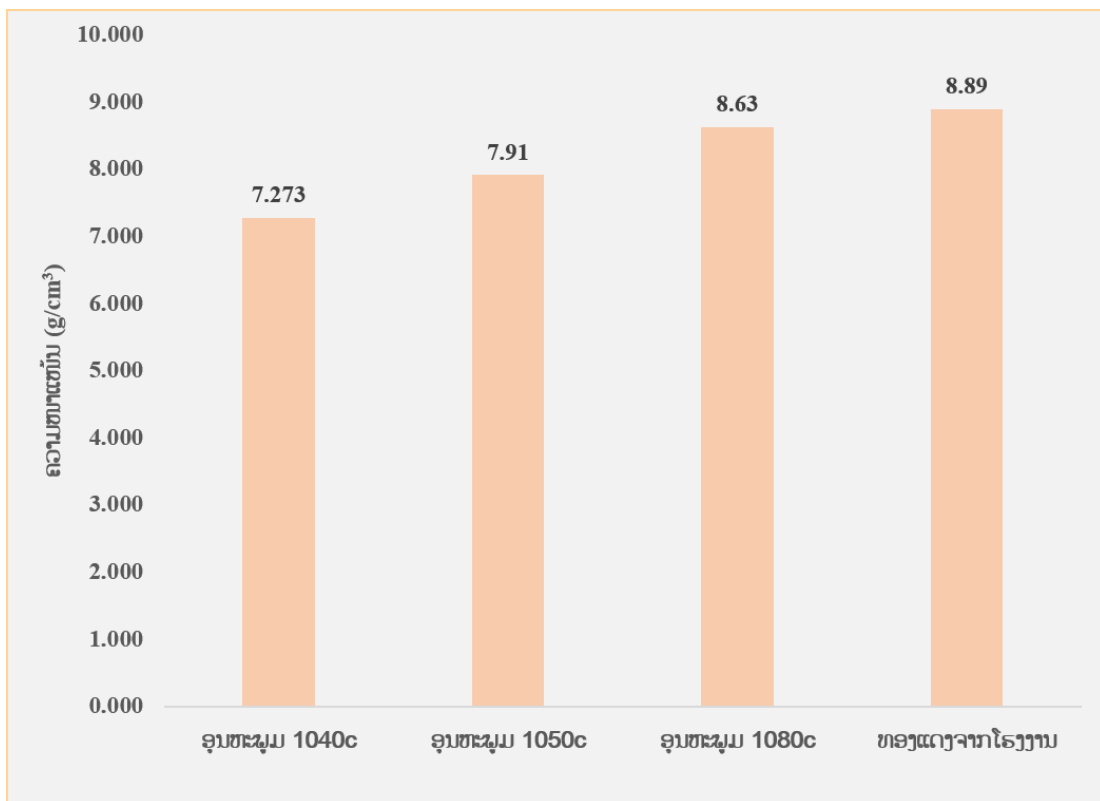
ຮູບພາບທີ 5: ຜົນຂອງການເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1,050°C ແລະ 1,080°C



ຮູບພາບທີ 6: ການວິເຄາະພື້ນຜິວຂອງໂລຫະທອງແດງທີ່ຫຼອມລະລາຍແລ້ວ



ຮູບພາບທີ 7: ເສັ້ນສະແດງອົງປະກອບທາງເຄມີຂອງທອງແດງ



ຮູບພາບທີ 8: ເສັ້ນສະແດງຄວາມໜາແໜ້ນຂອງທອງແດງ