

L Aidų Izoliacijos Nuėmimo Dviejų Besisukančių Būgnų Mašina Technologinių Režimų Tyrimai

Donatas Lukšys, Vadim Mokšin

*įstaiga (Vilniaus Gedimino technikos universitetas),
el. paštas dluksys0@gmail.com, vadim@me.vgtu.lt*

Anotacija. Straipsnyje analizuojami viengyslių varinių elektros laidų izoliacijos nuėmimo technologiniai režimai, kai šie laidai apdirbami terminiu būdu patobulinta dviejų besisukančių būgnų mašina. Eksperimentas buvo atliekamas Vilniaus Gedimino technikos universiteto Mašinų ir technologijų laboratorijoje. Šio darbo pagrindinis tikslas – nustatyti optimaliausius elektros laidų izoliacijos sluoksnio nuėmimo, nepažeidžiant laidininko vielos, režimus priklausomai nuo laidų storio dydžio. Bandymo metu gauti rezultatai būtų naudingi smulkioms laidų gamybos, taupant ribuotas žaliavas, atliekų perdirbimo, elektros įrenginių remonto ir gamybos įmonėms efektyviau išnaudoti tokias mašinas.

Reikšminiai žodžiai: izoliacija, nuėmimas, kaitinimas, storis, greitis.

Įvadas

Lietuvoje elektrotechnikos bei elektronikos laužo, kabelių, laidų perdirbimas nėra populiarus, tačiau elektronikos, kabelių, laidų našus perdirbimas yra artimiausioje perspektyvoje, nes šių produktų atliekų Lietuvoje vis gausėja. Siekti šių tikslų reikia taip, kad atliekų perdirbimas būtų netik ekonomiškai naudingas, bet ir tenkintų griežtus aplinkos apsaugos reglamentuotus reikalavimus.

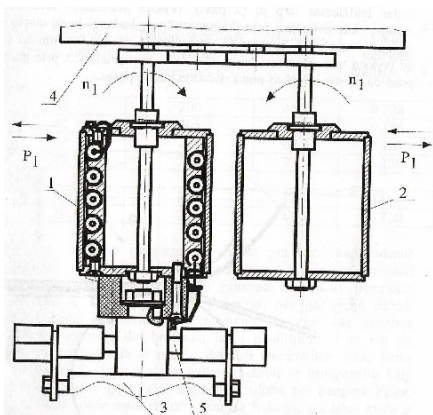
Perdirbti laidų ir kabelių laužą, ypač kai jie yra supainioti, dar įvairių ilgių bei storių, įmanoma įvairiais metodais; o perdirbti laidus, kai jie pagaminti nekokybiškai arba kai jie yra atskirti vienas nuo kito, būna daug sudėtingiau, nes izoliaciją nuimti nuo kabelio ar atskiro laido reikia nepažeidžiant laidininko vielos. Galima perdirbti laidus taip, kad jų vielą galima būtų vėliau panaudoti pakartotinėje gamyboje. Pagrindiniai šių atliekų tiekėjai yra įmonės, kurie savo veikloje gamina laidus ar naudoja šią produkciją. Perdirbant laidus reikia įvertinti perdirbimo proceso darbo našumą, gamybos savikainą bei galutinio produkto kainą, sudėtinga taisyklingai parinkti perdirbimo proceso veiksnius, kuriose būtų tik geriausi gamybos rodikliai. Priklausomai nuo darbo tikslų, galime parinkti tinkamiausią gamybos technologiją. Perdirbant laidus, gautos kokybiškos vario granulės yra vertinga žaliava gaminant įvairius lydinius ar folgą, laidų izoliacija gali būti naudojama kelių atitvarų ar statybinių medžiagų gamybai. Ypač gauta izoliacija gerai tinka termoplastinių kompozitinių

medžiagų gamybai, t. y. čerpių, šaligatvių plytelių ir t. t. gamybai. Šios gamybos procese izoliacija dedama kaip rišančioji medžiaga, kuri suriša smėlį.

Laidų izoliacijos nuėmimo mašinos, dviejų besisukančių būgnų konstrukcijos ir veikimo principo aprašymas

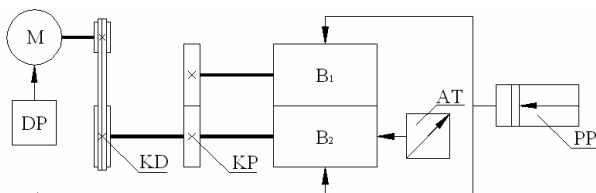
Elektros laidų izoliacijos nuėmimo technologinių režimų nustatymui atlikti buvo pasirinktas pagrindinis laido izoliacijos nuėmimo įrengimas (1 pav.), kuris susideda iš dviejų nerūdijančio plieno būgnų 1, 2, kurių viename yra sumontuota kaitinimo sistema 3, srovę gaunanti sukimosi metu per šepetėlius 5. Kaitinimas reikalingas tam, kad lengviau būtų atskirti izoliaciją nuo laidininko. Būgnams sukimosi momentą perduoda variklio reduktoriaus sistemos 4 į priešingas puses. Reduktoriuje yra sumontuota pneumatinė, būgnų prispaudimo vieno prie kito, sistema.

Ruošiant mašiną darbui, svarbiausia yra tiksliai parinkti būgno kaitinimo temperatūrą ir būgnų sukimosi greitį. Parinkta temperatūra turi būti tokia, kad vyktų izoliacijos sluoksnio suminkštėjimas, bet ne lydymasis. Būgnų sukimosi greitis tolygiai paskirsto kaitinimo temperatūrą per visą, laido judėjimo tarp būgnų, kelią. Bandymo metu turi būti gerai įrengta oro nutraukimo sistema su oro valymo filtru.



1 pav. Laidų izoliacijos įrengimo pagrindinės dalies konstrukcijos schema

Izoliacijos nuėmimo režimai yra reguliuojami dažnumine pavara ir laboratoriniu autotransformatoriumi. Kaitinamojo būgno temperatūra reguliuojama laboratoriniu autotransformatoriumi, o būgnų sukimosi dažnį reguliuoja dažnuminė pavara. Būgnų prispaudimo jėga nustatoma oro kompresoriaus oro padavimo reguliavimo rankenėle. Pagrindinių dalių išsidėstymą paaiškina laidų izoliacijos nuėmimo mašinos kinematinė schema (2 pav.).

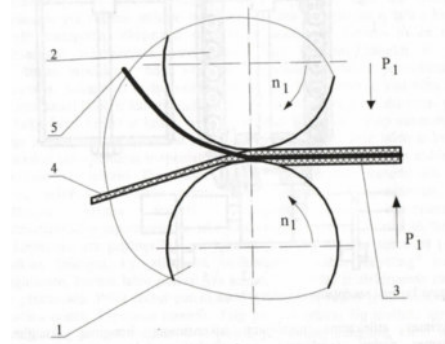


2 pav. Laidų izoliacijos nuėmimo mašinos kinematinė schema: M – trifazis asinchroninis variklis; DP – variklio dažnuminė pavara; KD – kylančio diržo pavara; KP – krumpliaratinė pavara; B₁ – nekaitinamas sukimosi būgnas; B₂ – kaitinamas sukimosi būgnas; AT – laboratorinis autotransformatorius; PP – pneumatinė pavara

Technologinių režimų analizė

Reguliuojant būgnų sukimosi greitį dažnumine pavara reikia stebėti, kaip vyksta plastmasės atsiskyrimas nuo laidininko. Kai vyksta plastmasės minkštėjimas, reikia stebėti, kad plastmasė nepradėtų lydytis, nes plastmasės lydymosi metu išsiskiria labai daug kenksmingų medžiagų: rūgštys, eteriai, angliavandeniai, anglies viendeginis, anglies dvideginis, ketonai, acetonas, alchejidai, sunkieji spiritai, o lydant polivinilchloridą į aplinką išsiskiria labai pavojingų medžiagų – chloro vandenilio, įvairių chloro junginių, dibutilftalato. Bandymo metu turi

būti gerai įrengta oro nutraukimo sistema su oro valymo filtru. Įkaitus būgnui 1 iki reikiamos temperatūros paėmamas laidas, kurį norime apdirbti, pagal jo storį sureguliuojamas būgnų sukimosi greitis. Būgnams suteikiama prispaudimo jėga laidas leidžiamas tarp jų (3 pav.). Tada įvyksta plastmasės suminkštėjimas toje vietoje, kur ji liečiasi prie įkaitusio būgno, kadangi laidų storių gama, kurie labiausiai naudojami pramonėje, nėra didelė – tik nuo 0,5 mm iki 12 mm storio, tuomet įvyksta toks procesas: laidininko dalis, kuri prisiliečia prie įkaitusio būgno, pradeda plėstis ir lenktis nuo kaitinamo būgno pusės.



3 pav. Laido izoliacijos nuėmimo schema: 1 – kaitinamas būgnas; 2 – nekaitinamas būgnas; 3 – apdirbamas laidas; 4 – apdirbamo laido apvalkalas; 5 – laidininkas

Darbo pradžioje nustatoma pradinė įkaitinamojo būgno paviršinio sluoksnio temperatūra, kuri apytiksliai būtų lygi 185 °C, kai pradinis būgnų sukimosi greitis pasirenkamas 50 aps/min. Įkaitinto būgno temperatūra išmatuojama skaitmeniniu nekontaktiniu temperatūros matuokliu, o būgnų sukimosi greitį nustato elektros variklio dažnuminė pavara. Temperatūra keičiama laboratoriniu autotransformatoriumi, kuris keičia kaitinimo elemento maitinimo įtampą. Pradinis oro kompresoriaus sukuriamas slėgis turi būti nustatomas apie 3 bar pasukus šio kompresoriaus reduktoriaus reguliavimo rankenėlę. Slėgį, reikalingą būgnams suspausti, paduoda pneumatinės pavaros cilindras, kurio išorinis skersmuo yra 32 mm. Nustatyti laidų izoliacijos nuėmimo metu technologinių režimų parametrai yra koreguojami, kai apdirbimo metu gaunama nekokybiška produkcija ar neužtikrinamas reikalingas proceso našumas.

Sukimosi būgnų prispaudimo jėga apskaičiuojama pagal formulę:

$$F = P \cdot S = 3 \cdot 10^5 \cdot 0,025 = 7500 \text{ N} = 7,5 \text{ kN}, (1)$$

čia: P – oro kompresoriaus sukuriamas slėgis, Pa;

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,025 \text{ m}^2 \quad (2) -$$

pneumatinės pavaros cilindro skerspjūvio plotas, m^2 .

Būgno išorinio paviršiaus įkaitimo temperatūra apskaičiuojama pagal formulę:

$$T = T_{\text{lyd}} - (20 \div 30), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3)$$

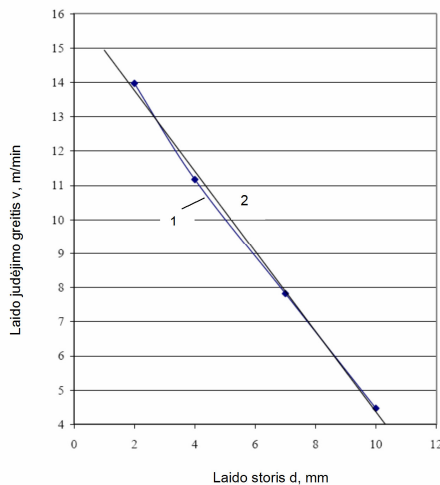
čia: T – būgno įkaitinimo temperatūra $^\circ\text{C}$,

T_{lyd} – laidų izoliacijos lydymosi temperatūra (kai laidų izoliaciją medžiagą sudaro PVC medžiaga, tuomet $T_{\text{lyd}} = 212 \text{ } ^\circ\text{C}$), $^\circ\text{C}$.

Eksperimentiniu būdu gauti rezultatai pateikti 1 lentelėje, o grafiškai pavaizduoti 4 paveiksle.

1 lentelė. Bandymo rezultatai

Laido storis, mm	Būgnų prispaudimo jėga, kN	Būgnų sukimosi dažnis, aps/min	Būgno paviršiaus įkaitinimo temperatūra T , $^\circ\text{C}$	Laido judėjimo greitis apdirbimo metu, m/min
Varinių gyslų laidai				
2	7,5	50	185	13,7
4		40		11,3
7		28		7,7
10		14		4,1



4 pav. Laidų judėjimo grečio priklausomybės nuo laidų storio: 1 – bandymų rezultatų priklausomybė; 2 – aproksimotos priklausomybės išraiška

Aproksimotos kreivės (tiesės) lygtys:

$$v = -1,2d + 16,1, \text{ m/min}, \quad (4)$$

čia: v – laidų judėjimo greitis, m/min;
 d – laidų storis.

Išvados

1. Didžiausias nagrinėjamos mašinos privalumas yra tai, kad izoliacijos nuėmimas vyksta nepažeidžiant laidininko vielos.

2. Būgnų sukimosi apskritiminių greitis priklauso nuo laidų storio. Kai laidų storis padidėja nuo 2 iki 10 mm, optimalus būgnų sukimosi greitis sumažėja nuo 13,7 iki 4,1 m/min.

Padėkos

Dėkoju Vilniaus Gedimino technikos universiteto Mašinų ir technologijų laboratorijai už pagalbą rengiant straipsnį.

Literatūra

- Mikalauskas, J.; Mokšin, V. 2003. Nekokybiškų laidų perdirbimo technologija. 6 – osios. Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities, įvykusios Vilniuje 2003 m. balandžio 15 – 16 d., medžiaga. Vilnius: Technika. 37 - 42
- Striška, V.; Mokšin, V. 2008. Research into Efficiency of Plastic Insulator Removal from Single – Core Cables. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2008 Nr. 1 (43). 43 – 47.
- Макаров, В. Г.; Коптенармусов, В. Б. 2003. Промышленные полимеры. Москва: Химия. 208.

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF REMOVAL OF PLASTIC INSULATOR FROM CABLES BY TWO ROTATING ROLLS MACHINE

D. Lukšys, V. Mokšin

Summary

In this way, the thermoplastic cable insulator breaks after a total impact of thermal deformation of metal wire and softening of insulator material, whereas the cable conductor stays undamaged and can be recoated with new plastic insulator. In order to establish the dependence of a thickness of the cable conductor on the optimal peripheral velocity of rolls, an experimental cable stripping machine was designed and made in the Laboratory of Machines and Technologies of Vilnius Gediminas Technical University. There it was experimentally tested. The experimental research results are presented as the optimal peripheral velocity of rolls (or cable speed) versus a conductor thickness of the cable. It is determined that optimal velocity of rolls for 2, 4, 7, and 10 mm conductor cable is 13.7, 11.3, 7.7, 4.1 m/min, respectively.