

(19)



(10) **LT 3765 B**

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patent numeris: **3765**

(51) Int. Cl.⁵: **H05F 3/04**

(21) Paraiškos numeris: **IP1797**

(22) Paraiškos padavimo data: **1994 01 26**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1995 08 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1996 03 25**

(72) Išradėjas:
Stasys Žebrauskas, LT

(73) Patent savininkas:
Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 3006 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:
Elektrostatinių krūvių neutralizavimo būdas ir įrenginys jam įgyvendinti

(57) Referatas:

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai, elektrostatinių krūvių neutralizavimo būdams ir technikai, ir gali būti naudojamas tekstilės, chemijos, popieriaus gamybos, poligrafijos ir t.t. įmonėse.

Pagal šį pasiūlymą, elektrostatinius krūvius, patenkančius į neutralizatoriaus veikimo zoną, neutralizuojant priešingo ženklo jonais, kuriuos generuoja ir perneša link paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais įžemintų elektrodų vienpolis vainikinis išlydis. Norint padidinti išlydžio srovę ir sumažinti liekamuosius krūvius, valdančiajam elektrodai suteikiamas potencialas, kurio ženklas toks pat, kaip ir neutralizuojamųjų krūvių. Siūlomojo išradimo neutralizacijos procesas turi du etapus. Pirmajame, parengiamajame, pasirinktos geometrijos neutralizatoriaus elektrodų sistamai nustatomas valdančiojo elektrodo potencialo kitimo diapazonas, atitinkantis šio neutralizatoriaus vainikinio išlydžio elektrostatinio valdymo režimą, esant maksimalioms tiek teigiamų, tiek neigiamų neutralizuojamųjų krūvių reikšmėms. Antrajame, pačios neutralizacijos, etape nustatomas neutralizuojamųjų krūvių ženklas ir valdančiajam elektrodai suteikiamas potencialas, kurio reikšmė lygi maksimaliai (arba artimai jai) reikšmei iš elektrostatinio valdymo diapazono, kuris šio ženklo krūviams nustatytas pirmajame etape.

Išradimo įrenginys charakterizuojamas indukcinio neutralizatoriaus, turinčio korpusą, įžemintus vainikinio išlydžio elektrodus ir valdantįjį elektrodą, prijungtą prie maitinimo šaltinio, valdantįjį elektrodą įrengus priešingoje vainikinio išlydžio elektrodų pusėje negu paviršius su neutralizuojamaisiais krūviais ir prijungus prie mažos galios nuolatinės srovės aukštos įtampos maitinimo šaltinio, kuris turi polingumo perjungimo bloką, sujungtą su neutralizuojamųjų krūvių ženklo davikliu. Esminis siūlomo įrenginio požymis yra toks, kad šis įrenginys turi mažos galios maitinimo šaltinį, kurio galia turi būti tik tokia, kad jos pakaktų energijos nuostoliams valdančiojo elektrodo izoliatoriuje padengti.

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai, elektrostatinų krūvių neutralizavimo technikai, ir gali būti naudojamas tekstilės, chemijos, popieriaus ir poligrafijos įmonėse.

Žinomas elektrostatinų krūvių neutralizavimo būdas, kai jonus, kurių reikia neutralizavimui, generuoja ir perneša link paviršiaus su neutralizuojamaisiais elektrostatiniais krūviais vienpolis vainikinis išlydis, vykstantis prie įžemintų elektrodų, o neutralizavimo efektyvumui padidinti naudojama papildoma jonizacija, kuri vyksta papildomo aukštos įtampos elektrodo elektrinio lauko energijos sąskaita (TSRS a.l. Nr 966935).

Tokio neutralizavimo būdo trūkumas yra toks, kad, nors ir sumažėja liekamųjų krūvių, papildomai jonizacijai reikia energijos iš išorės maitinimo šaltinio.

Artimiausias siūlomam yra neutralizavimo būdas, kurio esmė yra tai, kad jonus, kurių ženklas priešingas neutralizuojamųjų krūvių ženklui, generuoja ir perneša link paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais vienpolis vainikinis išlydis, vykstantis prie įžemintų elektrodų, o neutralizavimo efektyvumo pasiekiamą valdančiajam elektrodai suteikus potencialą, kurio ženklas toks pat, kaip ir neutralizuojamųjų krūvių (TSRS a.l. Nr 997267).

Šio neutralizavimo būdo trūkumas yra toks, kad valdymo grandinėje, t.y. tarp valdančiojo ir vainikinio išlydžio elektrodų, teka srovė. Dėl to iš išorės šaltinio imama energija, o tai mažina bendrąjį proceso efektyvumą.

Žinomas indukcinis elektrostatinų krūvių neutralizatorius, turintis korpusą, įžemintus vainikinio išlydžio elektrodus - adatas ir valdančiuosius elektrodus - elektreto plokšteles, kurių krūvio ženklas toks pats, kaip ir neutralizuojamojo krūvio (TSRS a.l.Nr997267). Šio neutralizatoriaus trūkumas toks, kad tarp vainikinio išlydžio ir valdančiųjų elektrodų teka srovė, dėl to elektreto plokštelių krūvis palaipsniui mažėja, o neutralizatoriaus efektyvumas krenta. Norint palaikyti tokio neutralizatoriaus efektyvumą, elektreto plokšteles reikia periodiškai keisti. Be to, neutralizatorius neveiks, jei pasikeis neutralizuojamųjų krūvių ženklas.

Artimiausias siūlomam įrenginiui yra indukcinis neutralizatorius, turintis įžemintus vainikinio išlydžio elektrodus, korpusą ir papildomą aukštos įtampos elektrodą, kuris prijungtas prie maitinimo šaltinio (TSRS a.l.Nr 966935). Šio įrenginio trūkumas toks, kad, norint padidinti neutralizavimo efektyvumą, iš išorės šaltinio imama energija, kuri reikalinga papildomai jonizacijai. Be to, papildomos jonizacijos sukeltas neutralizavimo efektyvumo padidėjimas yra nedidelis, nes ne visas vainikinio išlydžio elektrodo jonų srautas nukreiptas link paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais, dalis jo patenka ir į aukštos įtampos elektrodą.

10 Išradimo tikslas yra padidinti neutralizavimo efektyvumą, kai kinta neutralizuojamųjų krūvių dydis ir ženklas, mažinant liekamuosius krūvius ir neutralizavimui naudojant išorės šaltinio energijos.

Šis tikslas pasiekiamas, elektrostatinis krūvius, patenkančius į neutralizatoriaus veikimo zoną, neutralizuojant priešingo ženklo jonais, kuriuos generuoja ir perneša link paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais įžemintų elektrodų vienpolis vainikinis išlydis. Norint padidinti išlydžio srovę ir sumažinti liekamuosius krūvius, valdančiajam elektrodui suteikiamas potencialas, kurio ženklas toks pat, kaip ir neutralizuojamųjų krūvių. Siūlomojo išradimo neutralizacijos procesas turi du etapus. Pirmajame, parengiamajame, pasirinktos geometrijos neutralizatoriaus elektrodų sistemai nustatomas valdančiojo elektrodo potencialo kitimo diapazonas, atitinkantis šio neutralizatoriaus vainikinio išlydžio elektrostatinio valdymo režimą, esant maksimalioms tiek teigiamų, tiek neigiamų neutralizuojamųjų krūvių reikšmėms. Antrajame, pačios neutralizacijos, etape nustatomas neutralizuojamųjų krūvių ženklas ir valdančiajam elektrodui suteikiamas potencialas, kurio reikšmė lygi maksimaliai (arba artimai jai) reikšmei iš elektrostatinio valdymo diapazono, kuris šio ženklo krūviams nustatytas pirmajame etape. Keičiantis valdomojo elektrodo potencialui elektrostatinio valdymo diapazone, keisis išlydžio pradinė įtampa ir srovė, tekanti iš išlydžio elektrodų į paviršių su neutralizuojamaisiais krūviais. Kai valdančiojo elektrodo potencialo ženklas toks pat, kaip neutralizuojamųjų krūvių, didėjant šio elektrodo potencialui, didėja išlydžio srovė, mažėja liekamasis

krūvis. Kol valdančiojo elektrodo potencialas neviršija elektrostatinio režimo diapazono reikšmės, valdančiojo elektrodo grandinėje srovės nėra, iš šaltinio, prijungto prie valdančiojo elektrodo, energija neimama. Jeigu valdančiojo elektrodo potencialo reikšmė viršija elektrostatinio režimo diapazono reikšmę, tarp valdančiojo ir vainikinio išlydžio elektrodų ima tekėti srovė. Tuo atveju bendrą išlydžio srovę sudaro dvi srovės: viena nuo vainikinio išlydžio elektrodų teka į paviršių su neutralizuojamaisiais krūviais, kita - į valdantįjį elektrodą. Todėl išlydžio elektrostatinio valdymo diapazoną paprasčiausia nustatyti iš srovės nebuvimo valdančiojo elektrodo grandinėje fakto. Pačiame neutralizacijos procese nustačius neutralizuojamųjų krūvių ženklą, valdančiojo elektrodo potencialo reikšmę galima parinkti bet kokią iš elektrostatinio valdymo diapazono, bet geriausias efektas bus pasiektas, t.y. liekamas krūvis bus mažiausias, kai valdančiojo elektrodo potencialas bus maksimalus elektrostatinio valdymo diapazone. Jeigu šiomis sąlygomis neutralizuojamasis krūvis sumažės, tai valdančiojo elektrodo srovė liks lygi nuliui. Pagrindinis šio indukcinio neutralizavimo būdo privalumas yra toks, kad valdančiojo elektrodo grandinėje nėra srovės. Be to, lygindami siūlomą neutralizavimo būdą su žinomu, įsitikiname, kad aukščiau aprašytu būdu neutralizuojant elektrostatinius krūvius srovė, tekanti valdančiojo elektrodo grandinėje, yra požymis to, kad valdančiojo elektrodo potencialo reikšmė yra ne elektrostatinio valdymo režimo diapazone. Taigi, būtent išlydžio elektrostatinio valdymo diapazono nustatymas prieš neutralizavimą ir valdančiojo elektrodo potencialo palaikymas nustatytajame diapazone neutralizavimo metu ir leidžia pasiekti išradimo tikslą. Lyginant siūlomą neutralizavimo būdą, kurio esmę sudaro įžemintų elektrodų vainikinio išlydžio elektrostatinio valdymo režimo nustatymas ir taikymas krūviams neutralizuoti, su žinomais technikoje elektros srovės elektrostatinio valdymo būdais, naudojamais elektrometrinėse lempose ir lauko tranzistoriuose (A.M. Iliukovič. Technika elektrometrijos, "Energija", 1976), prieinama išvados, kad tik taikant siūlomąjį būdą įmanoma pasiekti išradimo tikslą, kadangi tik šiuo būdu galima elektrostatškai valdyti krūvių, perduodamų perdirbamam objektui srautą.

Išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad indukciniam neutralizatoriuje, turinčiame korpusą, įžemintus vainikinio išlydžio elektrodus ir valdantįjį elektrodą, prijungtą prie maitinimo šaltinio, valdantįjį elektrodą įrengus priešingoje vainikinio išlydžio elektrodų pusėje negu paviršius su neutralizuojamaisiais krūviais ir prijungus prie mažos galios nuolatinės srovės aukštos įtampos maitinimo šaltinio, kuris turi polingumo perjungimo bloką, sujungtą su neutralizuojamųjų krūvių ženklo davikliu. Esminis siūlomo įrenginio požymis yra toks, kad šis įrenginys turi mažos galios maitinimo šaltinį, kurio galia turi būti tik tokia, kad jos pakaktų energijos nuostoliams valdančiojo elektrodo izoliatoriuje padengti. Kadangi siūlomas įrenginys turi valdančiojo elektrodo polingumo perjungimo bloką, išradimo tikslas pasiekiamas kintant neutralizuojamųjų krūvių ženklui. Žinomi įrenginiai tokios savybės neturi (B.K. Maksimov, A.A. Obuch, Statičeskoje električestvo v promyšlennosti i zasčita ot nego. M., "Energija", 1978).

Konkretus siūlomo neutralizavimo būdo realizavimo pavyzdys yra vainikinio išlydžio elektrostatinio valdymo režimo nustatymas ir šio režimo taikymas krūviams neutralizuoti elektrodų sistemoje "laidas tarp dviejų lygiagrečių plokštumų". Jei vainikinio išlydžio elektrodas yra plonas laidas, ištemptas lygiagrečiai plokščiam paviršiui su neutralizuojamaisiais krūviais, o plokščias valdantysis elektrodas įtvirtintas priešingoje laido pusėje, tai tokios elektrodų sistemos valdymo elektrodo potencialo kitimo diapazonas, atitinkantis elektrostatinį išlydžio valdymo režimą, gali būti randamas iš apytikslės formulės:

$$u_3 \leq u_1 \leq u'_3 = u_3 \cdot \frac{1}{1+t}, \quad (1)$$

$$t = \frac{h_1 + h_2}{2r_0 \ln \frac{h_1}{r_0} - \frac{1}{h_1} (h_1^2 - r_0^2)}, \quad (2)$$

čia u_3 - paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais potencialas,

u_1 - valdančiojo elektrodo potencialas,

h_1 - atstumas tarp vainikinio išlydžio ir valdančiojo elektrodų,

h_2 - atstumas tarp vainikinio išlydžio elektrodo ir paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais,

5 r_0 - vainikinio išlydžio elektrodo spindulys.

Plačiame diapazone kintant šios elektrodų sistemos atstumams, šis diapazonas aprėpia tiek potencialus, kurių ženklas sutampa su neutralizuojamųjų krūvių ženklu, tiek priešingo ženklo potencialus. Teigiamą efektą pasiekiamo tik toje diapazono (1) srityje, kur šio potencialo ženklas sutampa su neutralizuojamųjų
10 krūvių ženklu. Todėl liekamųjų krūvių sumažėjimas galimas tik diapazone:

$$u_3 \leq u_1 \leq 0 \quad (3)$$

Šiame valdančiojo elektrodo potencialo kitimo diapazone iš principo negali būti lauko jėgų linijų srauto tarp vainikinio išlydžio ir valdančiojo elektrodų. Valdančiojo elektrodo potencialo kitimo diapazonas, kai srovė tarp vainikinio
15 išlydžio ir valdančiojo elektrodų lygi nuliui, bus šiek tiek didesnis, kadangi jį sąlygoja vainikinio išlydžio tarp šių elektrodų pradinė įtampa u'_1 :

$$u'_1 \leq u_1 \leq 0 \quad (4)$$

čia $|u_1| > |u_3|$. Daugelyje praktikoje sutinkamų neutralizatorių elektrodų sistemų valdančiojo elektrodo potencialo kitimo diapazoną paprasčiau
20 nustatyti eksperimentiškai: keičiant valdančiojo elektrodo įtampą, matuojama vainikinio išlydžio tarp laido ir paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais užsidegimo įtampa, kol nepradedą tekėti srovė valdančiojo elektrodo grandinėje. Pavyzdžiui, kai $h_1 = 4,0$ cm, $h_2 = 1,0$ cm, $r_0 = 0,0025$ cm, $u'_1 = -9,8$ kV, jei $u_{3\text{maks}} = -6,0$ kV ir $u'_1 = 10,3$ kV, jei $u_{3\text{maks}} = 6,0$ kV. Po to, neutralizacijos
25 metu, valdančiojo elektrodo potencialas nustatomas ir laikomas lygus maksimaliai pirmajame etape rasto diapazono reikšmei. Šioje elektrodų sistemoje neigiamiems neutralizuojamiesiems krūviams valdančiojo elektrodo potencialas turi būti - 9,8 kV, teigiamiesiems - 10,3 kV.

Brėžinyje parodyta siūlomo įrenginio schema.

30 Įrenginio elektrodų sistemą sudaro plokščias valdantysis elektrodas 1 ir įžemintas vainikinio išlydžio elektrodas 2 - plonas cilindrinis laidas, ištemptas

lygiagrečiai paviršiui su neutralizuojamaisiais krūviais 3. Korpusas 4 gaubia elektrodų sistemą ir yra jos tvirtinimo konstrukcijos elementas.

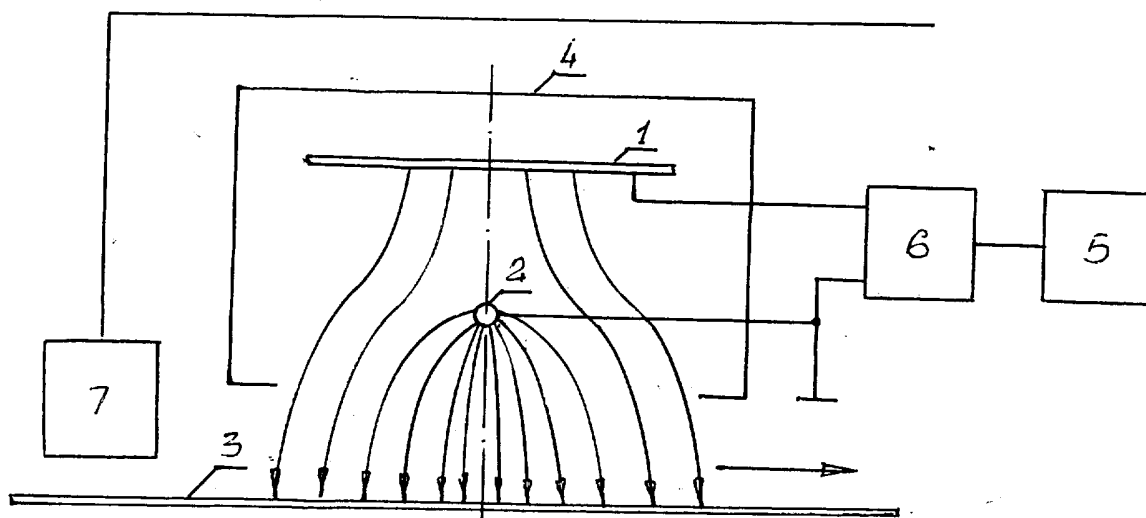
Valdantysis elektrodas 1 įtvirtintas priešingoje vainikinio išlydžio elektrodo 2 pusėje paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais atžvilgiu ir prijungtas prie mažos galios nuolatinės srovės aukštos įtampos šaltinio 5 per polingumo perjungimo bloką 6. Prie šio bloko prijungtas neutralizuojamųjų krūvių ženklo daviklis 7. Polingumo perjungimo bloko komutuojantis elementas gali būti, pavyzdžiui, du aukštos įtampos kontaktoriai. Krūvių ženklo daviklis gali būti elektrinė rėlė, kurios poveikio įtampa yra apie 300-500 V.

Įrenginys veikia taip. Judant paviršiui su neutralizuojamaisiais krūviais įrenginio elektrodų sistemos atžvilgiu, vainikinio išlydžio elektrodo 2 aplinkoje sukuriamas ryškiai nevienalytis elektrinis laukas ir, vykstant smūginei jonizacijai, šio elektrodo paviršiuje prasideda vienpolis vainikinis išlydis, kurio erdvinių krūvių ženklas yra priešingas neutralizuojamųjų krūvių ženklui. Keičiantis valdančiojo elektrodo potencialui, kinta lauko jėgų linijų srautas tarp vainikinio išlydžio elektrodo 2 ir paviršiaus 3, taip pat srovė tarp šių elektrodų. Jeigu valdančiojo elektrodo potencialo ženklas atitinka neutralizuojamųjų krūvių ženklą, tai kuo didesnis bus valdančiojo elektrodo potencialo modulis, tuo didesnė išlydžio srovė, tuo mažesni liekamieji krūviai. Jeigu paleidžiant neutralizatorių maitinimo šaltinio įtampa bus nustatyta lygi maksimaliai elektrostatinio valdymo režimo diapazono reikšmei, tai veikiant įrenginiui liekamieji krūviai bus minimalūs. Pasikeitus neutralizuojamųjų krūvių ženklui, daviklio 7 signalas komutatoriumi 6 perjungs šaltinio 5 įtampos polingumą.

Siūlomo įrenginio maketas pagamintas ir išbandytas Kauno technologijos universiteto Elektromagnetinių laukų laboratorijoje. Neutralizatoriaus, kurio elektrodų sistemos geometriniai parametrai $h_1 = 4,0$ cm, $h_2 = 1,0$ cm, $r_0 = 0,0025$ cm, liekamųjų krūvių potencialas yra 0,2-0,3 kV, kai neutralizuojamųjų krūvių potencialas kinta diapazone nuo -6,0 iki +6,0 kV. Maksimalios srovių reikšmės yra 28 mikrometrai centimetrai, kai neutralizuojamieji krūviai teigiami, ir 20 $\mu\text{A}/\text{cm}$, kai neigiami. Visais atvejais valdančiojo elektrodo srovė lygi nuliui.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Elektrostatinių krūvių neutralizavimo būdas, pasižymintis tuo, kad jonus,
5 kurių ženklas priešingas neutralizuojamųjų krūvių ženlui, generuoja ir
perneša link paviršiaus su neutralizuojamaisiais krūviais įžemintų elektrodų
vienpolis vainiklinis išlydis, o išlydžio srovei padidinti valdančiųjų elektrodų
potencialas nustatomas tokio pat ženklo, kaip ir neutralizuojamųjų krūvių
ženklas, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad iš pradžių maksimalioms abiejų
10 polingumų neutralizuojamųjų krūvių reikšmėms nustato valdančiojo
elektrodo potencialo reikšmę, atitinkančią pasirinktos elektrodų sistemos
vainikinio išlydžio elektrostatinio valdymo režimą, pavyzdžiui, pagal nulinės
srovės valdančiųjų elektrodų grandinėje požymį, po to, neutralizavimo metu,
nustato neutralizuojamųjų krūvių ženklą, valdančiųjų elektrodų potencialo
15 ženklą palaiko tokį patį, koks yra neutralizuojamųjų krūvių ženklas, o modulis
- toks, koks nustatytas iš pradžių.
2. Įrenginys elektrostatiniams krūviams neutralizuoti, turintis korpusą,
įžemintus vainikinio išlydžio elektrodus ir valdantįjį elektrodą, prijungtą prie
maitinimo šaltinio, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad valdantysis elektrodas
20 įtvirtintas priešingoje vainikinio išlydžio elektrodo pusėje negu paviršius su
neutralizuojamaisiais krūviais ir prijungtas prie mažos galios aukštos įtampos
nuolatinės srovės maitinimo šaltinio per polingumo perjungimo mazgą, prie
kurio prijungtas neutralizuojamųjų krūvių ženklo daviklis.



1. dev.