

Invenția se referă la industria de gaze, petrolieră și energetică, și anume la protecția electrochimică a construcțiilor metalice subterane contra coroziunii, în particular la construirea prizelor de pământ anodice din sistemul radicular al buturugilor, vegetației arborescente și arbustive.

Sunt cunoscute procedee de prize de legare la pământ anodice, utilizate în sistemele de protecție catodică, în construcția cărora de obicei se folosește metal solubil, legat cu polul pozitiv al sursei de tensiune [1].

Procedeu de construire a prizei metalice de legare la pământ nu permite de a mări durabilitatea metalului din cauza oxidării continue a suprafeței metalului și distrugerii acesteia, ceea ce necesită schimbarea periodică sau repararea unor elemente ale prizei de legare la pământ, ceea ce conduce la un consum suplimentar de metale feroase, la poluarea mediului ambiant cu produse ale coroziunii, la mărirea cheltuielilor capitale și de muncă.

Cea mai apropiată soluție este folosirea sistemului radicular al vegetației arborescente și arbustive în calitate de dispozitiv de legare la pământ [2].

Pentru obținerea rezistenței necesare, sistemul radicular al buturugilor, vegetației arborescente și arbustive – pământ – metal, se recomandă de a mări sau de a micșora numărul de arbori care pot fi incluși în priza de pământ, a alege o așa mărime a densității anodice a curentului electric exterior (D_a) în tulpini și în rădăcini, încât fenomenele electroosmotice inverse să nu întrerupă complet alimentarea vegetației, ci doar să frâneze livrarea sărurilor și umidității înspre coroană.

Folosirea sistemului radicular al vegetației arbuștilor și arborilor în calitate de priză de legare la pământ anodică în condițiile, când se folosește curent electric continuu de polarizare, odată cu trecerea timpului conduce la scăderea mărimii densității anodice a curentului electric din cauză oxidării bornelor de intrare ale curentului electric, perturbarea regimurilor stabilite de protecție catodică a construcției metalice, scăderea cantității de substanțe nutritive în preajma rădăcinilor plantelor și frânarea vitezei livrării lor către rădăcini, ceea ce produce mărirea rezistenței electrice, necesitatea măririi tensiunii în circuit, scăderea randamentului de curent electric electric al anodului și scăderea livrării înspre sistemul radicular a substanțelor nutritive. Acest lucru este însoțit de instabilitatea și dereglarea procesului de protecție electrochimică catodică a construcției metalice contra coroziunii și de scăderea calității protecției. Pentru menținerea stabilității procesului de protecție catodică a construcției metalice în asemenea condiții se efectuează mărirea forțată a tensiunii alimentării (intensității curentului electric) sau mărirea numărului de arbuști și arbori care pot fi incluși într-o priză de pământ. Dereglarea procesului de protecție catodică accelerează distrugerea construcției metalice protejate, micșorează gradul de protecție a construcției metalice.

Problema pe care o rezolvă invenția dată este mărirea activității electrice a rădăcinilor și bornei de intrare a curentului electric, reducerea numărului de arbuști, arbori și buturugi care pot fi incluse într-o priză de legare la pământ, scăderea tensiunii în circuit în timpul protecției metalului, creșterea vitalității plantelor și gradului de protecție a metalelor contra coroziunii.

Esența invenției constă în aceea că procedeul solicitat înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în folosirea pentru polarizarea prizei de legare la pământ curentul electric exterior periodic cu impuls de retur reglabil de durată și bornă de intrare a curentului electric rezistentă la coroziune din titan sau din oțel rezistent la coroziune.

Problema invenției se rezolvă prin aceea că în cadrul procedeeului creării prizei de legare la pământ se folosește în calitate de anod sistemul radicular al buturugilor, al vegetației arborescente și arbustive, iar polarizarea sistemului se efectuează cu ajutorul curentului electric exterior periodic cu impuls de retur reglabil pe durată.

Rezultatul invenției constă în aceea că procedeul permite sporirea activității electrice a bornei de intrare a curentului electric și a rădăcinilor arbuștilor, arborilor și buturugilor, se micșorează tensiunea alimentării sistemului și se micșorează numărul de arbuști, arbori și buturugi care pot fi incluse într-o priză de legare la pământ de grup, crește vitalitatea plantelor și gradele de protecție a metalelor contra coroziunii.

Invenția se explică prin desenul din fig. 1 și fig. 2, care reprezintă:

- fig. 1, graficul dependenței curentului electric exterior periodic cu impuls de retur reglabil pe durată.

- fig. 2, graficul curbelor de polarizare.

Pentru rezolvarea problemei date au fost examinate în prealabil două stări ale sistemului radicular al plantelor:

1. După cum se știe, lemnul posedă conductibilitate electrică ionică. În legătură cu aceasta, când spre borna de intrare a curentului electric se debitează potențial pozitiv în raport cu pământul, ionii negativi (în special de gaze și de hidroxii OH) în stare combinată sau liberă, apropiindu-se de rădăcini, trec din pământ în sistemul radicular sub acțiunea suplimentară a câmpului electric exterior, se suprapune (pe baza electroosmozei și electroforezei) și, deplasându-se prin canalele capilare ale rădăcinilor înspre borna de intrare a curentului electric, se vor descărca și va ceda electronii, care prin circuitul exterior închis curg de la anod înspre metalul protejat, creând posibilitatea descărcării ionilor pozitivi care se află în sol, în special, al metalelor alcalinopământoase și de hidrogen și de a forma pe porțiunile active ale suprafeței încărcate negativ a construcției metalice, de exemplu, o peliculă protectoare de hidroxid cu carbonat, care separă metalul de electrolit (de sol, de pământ) împiedicând astfel suplimentar distrugerea corosivă a suprafeței metalului protejat, mărind gradul de protecție.

După cum demonstrează experimentul, în funcție de locul alipirii bornei de intrare a curentului electric la arbore sau la arbust, de numărul bornelor de intrare a curentului electric într-un grup și de dimensiunile lor geometrice, mișcarea ionilor se produce atât pe baza câmpului electric exterior, cât și pe baza cunoscutului efect capilar. Totodată rezistența totală a circuitului față de mișcarea lichidului vâcos și de migrația ionilor este invers proporțională cu numărul de rădăcini conductoare de curent electric care pot fi folosite. În priza de legare la pământ anodică de grup lemnoasă nu se produce dizolvarea electrolitică a substanțelor și poluarea solului cu material lemnos, dar se creează doar câmp electric pentru extragerea suplimentară din mediu ambiant a ionilor încărcăți negativ (atât din pământ, cât și din aer) și

scurgerea de la rădăcini în sol a unei părți de ioni de metal și de hidrogen încărcăți pozitiv, care sunt necesari ca material de construcție pentru sistemul radicular dat, tulpină și coroană.

Astfel, anodul este „generatorul” de electroni, iar borna de intrare a curentului electric metalică înspre catod. Mărirea rezistenței totale a circuitului în locul unirii bornei de intrare a curentului electric cu sistemul anodic lemnos a prizei de legare la pământ nu este constantă din cauza formării gazelor.

Totodată, scurgerea curentului electric în pământ ca atare nu are loc, se creează doar o anumită tensiune în câmpul electric închis, împărțit între anod și catod, asupra mărimii căruia influențează ecranarea reciprocă a sistemelor radiculare și mărirea de polarizare.

2. Folosirea curentului electric exterior periodic cu impuls de retur reglabil pe durată (fig. 1, poz. 2) pentru polarizarea sistemului, care include, de exemplu, priză de legare la pământ anodică executată ca niște borne de intrare a curentului electric ale rădăcinilor arborilor, arbuștilor sau buturugilor și țevă de oțel, amplasată în sol sau în pământ, permite ca pe un timp strict determinat să fie schimbată periodic polaritatea pe anod din pozitivă (fig. 1, poz. 1) în negativă (fig. 1, poz. 2) și invers. În timpul debitării asupra prizei de legare la pământ lemnoase a potențialului negativ sub acțiunea câmpului electric înspre sistemul radicular migrează, aflați la mare distanță în pământ, ionii pozitiv ai metalelor (de exemplu, Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , grupele NH_4^+ și hidroxoniu H_3O^+), precum și ionii de hidrogen (H^+), totodată alimentarea sistemului radicular se intensifică, comparativ cu alimentarea naturală în lipsa polarizării, ceea ce creează în intervalul de timp examinat o rezervă de substanțe nutritive în pământ, precum și în rădăcini și în tulpină, iar pauza ulterioară de livrare a lor înspre rădăcini, care urmează în timpul ciclului anodic, nu conduce la epuizarea esențială a mediului nutritiv, datorită duratelor diferite și cantităților de electricitate în impulsurile de curent electric direct și de retur, lucru pe care îl confirmă valoarea mărită a potențialului frunzelor în raport cu solul. Alegerea raportului cantității de electricitate a impulsurilor de curent electric direct (Q_k) și de retur (Q_a) (fig. 1) permite de a doza alimentarea rădăcinilor și tulpinilor arbuștilor și arborilor, a schimba după o anumită lege raportul dintre elemente în mediul nutritiv și de a accelera sau a grăbi dezvoltarea vegetației, adică a dirija activitatea ei vitală.

De exemplu, în momentele debitării polarității negative asupra bornei de intrare a curentului electric, ionii de hidrogen pozitivi, interacționând cu grupele hidroxilice negative în preajma rădăcinilor, contribuie la formarea suplimentară a apei, care îi completează pierderile în procesul evaporării. Cantitatea ionilor de metale și de hidrogen aduși la rădăcini este determinată de cantitatea de electricitate în impulsul catodic de curent electric (Q_k) și poate fi reglată în limite largi. Regalarea potențialului, de exemplu, vizând construcția metalică prelungită (conducta) se realizează sau prin alegerea după mărirea rezistenței a numărului de prize de legare la pământ care pot fi conectate la borna de intrare a curentului electric în timpul construirii lor, sau prin schimbarea distanței de la arbust, arbore sau buturugă până la axa țevii.

Rezistența totală a circuitului electric de la locul amplasării bornei de intrare a curentului electric până la construcția metalică protejată poate fi determinată atât prin calcul, cât și ca rezultat al măsurării practice a mărimii ei cu ajutorul ommetrului sau ampermetrului și voltmetrului cu rezistență înaltă de intrare (circa 10 Mom și mai mult).

Datorită identității caracteristicilor tensiune-intensitate ale sistemelor „metal-pământ” și „arbore-pământ” calculele electrotehnice se efectuează folosind curbele de polarizare (fig. 2), pentru a determina mărirea curentului electric limită în fiecare sistem (grup), sau a legităților cunoscute de schimbare a parametrilor electrici ai circuitelor în contururi închise.

Tulpina arborelui ca un conductor de clasa II conduce apa ce conține substanțe minerale cu ionii în sus, de exemplu, înspre frunze (curent electric ascendent), iar cu substanțele organice formate ca rezultat al fotosintezei în formă de lichid vâscos – în jos prin scoarță spre rădăcini (curent electric descendent), de asemenea păstrează substanțele nutritive depozitate, servește la repartizarea și menținerea coroanei care constă din ramuri și frunze sau ace.

Prin experimente s-a stabilit prezența permanentă în plantele vii (în tulpină, ramuri și frunze) a unui anumit potențial în raport cu rădăcinile și cu pământul, precum și în interiorul organelor și schimbarea lui ciclică în timp sub acțiunea mediului ambiant (Косов В. П., Таран Н. Г., Косова Т. С., Матюшенский А. С. О результатах исследования некоторых энергетических параметров растений. РМ, Кишинев, Материалы международной конференции «Нетрадиционные методы в медицине, биологии и растениеводстве. Эниология и здоровье», т. 1, 2005), iar mișcarea ionilor corespunzătoare schimbării intensității curentului electric în timp provoacă apariția unui câmp magnetic slab (Дж. Орип. Популярная физика. Москва, Издательство Мир, 1964, с. 211-213) în jurul rădăcinilor, tulpinii și ramurilor. Potențialul contribuie la activarea proceselor electrofiziologice, de exemplu, livrarea hranei către vârf, fotosinteza în frunze a substanțelor organice și transferul lor prin scoarță înspre rădăcini și înspre alte organe ale vegetației.

După cum au demonstrat experiențele noastre, gradientul potențialului se observă pe direcțiile longitudinală și transversală (de-a lungul tulpinii și de la nucleul secțiunii înspre coaja buturugii), mărirea căruia depinde de specia arborelui. Potențialul, răspândindu-se pe tot volumul lemnului de la un punct la altul, variază în anumite limite sub acțiunea câmpurilor electrice și magnetice exterioare care se schimbă permanent.

La încălzirea cu energia radiației Soarelui, de exemplu, a frunzei, rezistența ei electrică se micșorează, ceea ce conduce la o anumită succesiune de desfășurare a reacției de fotosinteză a substanțelor organice pe baza avansării energiei suplimentare a undelor electromagnetice cu lungime diferită.

Deplasarea glucidelor din nou sintetizate de la frunzele vârfului arborelui înspre rădăcini se produce pe baza legăturii lor cu lichidele vâscoase care se deplasează, polarizate de dipolii constanți sau suprapuși, totodată natura genetică a fiecărei specii determină structura lui internă, mărirea potențialului și viabilitatea plantelor în condițiile climatice date și organelor lor, precum și modul și compoziția hranei, fazele dezvoltării și interacțiunii cu Pământul, cu obiectele

din jur (Косов В. П., Таран Н. Г., Косова Т. С., Матюшенский А. С. О результатах исследования некоторых энергетических параметров растений. РМ, Кишинев, Материалы международной конференции «Нетрадиционные методы в медицине, биологии и растениеводстве. Эниология и здоровье», т. 1, 2005) și cu câmpurile lor de forță. De aceea pentru menținerea vitalității arbuștilor și arborilor rădăcinile cărora se folosesc în calitate de prize de pământ anodice se efectuează estimarea mărimii densității admisibile a curentului electric (fig. 2 poz. D_1 și D_2), care nu conduce la apariția delimitărilor de difuziune și scăderea gradului de protecție a metalului contra coroziunii.

În legătură cu necesitatea coordonării calitative a construcției metalice și asigurării concomitente a vitalității arbuștilor, care depinde de un mare număr de factori, au fost efectuate cercetări în aer liber ale procedurii propus de construire a prizei de legare la pământ vegetale ținând cont de procesele posibile, care pot apărea în organismele vegetale în timpul aplicării asupra sistemului a curentului electric exterior periodic cu impuls de retur reglabil pe durată.

Exemplul 1. Între o țevă de oțel nevopsită cu diametrul de 0,109 m, lungimea de 7 m, îngropată în pământ la adâncimea de 1,8 m, și partea inferioară a tulpinii unui plop cu diametrul de 0,247 m, ce crește în sol, cu rezistența specifică de 17,4 Om-m la distanța de 67 m de la țevă prin borne de intrare a curentului electric executate din titan s-a dat curent electric periodic cu densitatea de $D_a = 10 \text{ A/m}^2$, selectat în porțiunea medie a curbei de polarizare, densitatea curentului electric de impuls de retur fiind de $D_k = 0$ (vezi fig. 2 poz. 2) timp de 72 de ore, variația zilnică a temperaturii solului fiind de 289...292 K. Mărimea potențialului staționar (φ_{st}) al plopului, măsurată în raport cu solul cu ajutorul electrodului de comparație de cupru-sulfat constituia până la efectuarea experimentului $0,412 \pm 0,007 \text{ V}$, la sfârșitul experimentului $\varphi_{st} = 0,375 \pm 0,15 \text{ V}$. Căderea tensiunii pe 1 m din lungimea tulpinii (adică a intensității câmpului electric) până la experiment constituia $\Delta\varphi_1 = 0,027 \dots 0,030 \text{ V/m}$, după experiment – $0,017 \dots 0,020 \text{ V/m}$.

Tensiunea dintre tulpină și vârful frunzei până la experiment era în limitele $\Delta\varphi_1 = 0,070 \dots 0,082 \text{ V}$, iar la sfârșitul experimentului s-a schimbat în intervalul de la $-0,034$ până la $+0,017 \text{ V}$ și invers, adică cu timpul și-a schimbat semnul, trecând în sfera minus. Totodată la sfârșitul zilei a treia în afară de căderea potențialului în organele arborelui s-a înregistrat și ofilirea vădită a frunzelor, în special a celor din partea sudică a plopului. Pentru restabilirea vitalității lui a fost nevoie de 7 zile.

Exemplul 2. Experimentările s-au efectuat în aceleași condiții timp de 5 zile pentru fiecare regim. Plopul cu diametrul de 0,254 m se afla la distanța de 72 m de la țevă. Experimentele au vizat 5 mărimi ale densității curentului electric cu impuls de retur: 1) $D_k = 0,5 D_a$; 2) $D_k = 0,35 D_a$; 3) $D_k = 0,25 D_a$; 4) $D_k = 0,15 D_a$; 5) $D_k = 0,1 D_a$, mărimea amplitudinii tensiunii ce acționa de la instalația de protecție electrochimică asupra sistemului „țevă-anod” fiind de 11,4 V.

1. Când $D_k = 0,5 D_a$, se observă activarea vitalității organelor arborelui: intensitatea inițială a câmpului electric al tulpinii constituia $0,032 \text{ V/m}$, după deconectarea lui de la circuitul electric a crescut până la $0,041 \text{ V/m}$; potențialul staționar până la experiment era egal cu $0,385 \text{ V}$, iar la sfârșitul experimentului – cu $0,437 \text{ V}$, adică s-a produs activarea vitalității plantei, dar s-a dereglat protecția țevii, deoarece în acest caz cantitatea de electricitate care trecea în sens direct și cea care trecea în sens invers erau egale între ele și efectul protector lipsea.

2. Cu micșorarea densității curentului electric cu impuls de retur D_k până la $0,35 \dots 0,25 D_a$, potențialul staționar se afla în același domeniu – $0,435 \dots 0,442 \text{ V}$, procesul de protecție electrochimică a țevii stabilizat, potențialul de polarizare (de protecție) se afla în domeniul de lucru ($-0,95 \dots 0,98 \text{ V}$).

Mărimea de amplitudine a tensiunii care a fost aplicată asupra sistemului „țevă-arbore” în timpul porțiunii anodice a ciclului se micșorează cu 35...45%, densitatea curentului electric (D_a) fiind aceeași.

Când polarizarea are una și aceeași mărime, de exemplu, $\varphi = 0,45 \text{ V}$ în condițiile în care este curent electric cu impuls de retur, mărimea densității anodice a curentului electric D_a crește cu 35...40% în comparație cu condițiile, când lipsește impulsul de retur al curentului electric (fig. 2 curba 1), ceea ce denotă activarea suprafețelor rădăcinilor și posibilitatea micșorării numărului de arbori cu 35...40%, care pot fi incluși într-o singură priză pentru mărirea intensității curentului electric în circuit și scoaterea delimitărilor de difuziune la livrarea substanțelor nutritive (ionilor) către arbore. Gradul de protecție a țevii în acest caz atinge 85...92%.

Intensitatea câmpului electric al tulpinii a fost mărită de la $0,038$ până la $0,047 \text{ V/m}$, iar a rădăcinilor arborelui – de la $0,043$ până la $0,062 \text{ V/m}$.

Tensiunea dintre tulpină și vârful frunzei arborelui până la experiment constituia $\Delta\varphi = 0,082 \text{ V}$, la sfârșitul experimentului – $0,097 \text{ V}$, adică s-a observat mărirea energiei transferului de încărcături (de ioni), prin urmare, s-a observat intensificarea vitalității arborelui.

3. În cazul în care $D_k = 0,15 D_a$, activarea suprafeței rădăcinilor și radiclelor este mare, deoarece la tensiune neschimbată la ieșirea sursei de curent, intensitatea curentului electric în circuit este cu 35...40% mai mare, decât în lipsa impulsului de retur. Potențialul general al țevii în raport cu al pământului este stabil ($-1,05 \text{ V}$), ceea ce denotă calitatea înaltă a protecției.

Tensiunea dintre tulpini și vârfurile frunzelor până la experiment constituia $\Delta\varphi = 0,070 \text{ V}$, după experiment – $0,082 \text{ V}$. Pe parcursul a 5 zile nu s-a observat ofilirea frunzelor, iar căderea tensiunii pe 1 m de tulpină a arborelui (intensitatea câmpului electric) până la experiment constituia $0,026 \dots 0,034 \text{ V/m}$, la sfârșitul a 5 zile mărirea lui se află în limitele de $0,029 \dots 0,041 \text{ V/m}$, ceilalți parametri se deosebeau puțin de parametrii din experimentul precedent, ceea ce denotă activarea proceselor de livrare a substanțelor nutritive și, respectiv, îmbogățirea suplimentară cu oxigen a mediului ambiant și intensificarea funcționării organelor arborilor. Datorită activării suprafeței rădăcinilor și radiclelor peste 5 zile mărirea tensiunii la ieșirea sursei de curent electric s-a micșorat cu 20...25%, iar polarizarea anodului a crescut, ceea ce a condus la economisirea respectivă a energiei electrice în comparație cu folosirea curentului electric polarizator

fără impuls de retur; aceleași fenomene s-au observat și la folosirea anozilor metalici (din oțel de marca 3), suprafața cărora în condiții obișnuite se pasivează, iar produsele coroziunii poluează mediul ambiant. Folosirea buturugilor în calitate de prize de legare la pământ conduce la rezultate analoage, dar necesită tensiune de ieșire mărită cu 3...7%.

5. Stabilirea $D_k = 0,1$ Da conduce la ofilirea arborilor peste 3...5 zile, precum și la mărirea tensiunii cu 25...30% și scăderea intensității curentului electric cu 18...22% în circuitul de alimentare a sistemului „țevă-arboare”.

Așadar, folosirea curentului electric periodic cu impuls de retur reglabil pe durată când densitatea curentului electric cu impuls direct $D_a = 1,44$ A/m² și densitatea curentului electric cu impuls de retur $D_k = 0,15...0,25$ Da asigură mărirea cedării de curent electric a anodului vegetal și păstrarea activității electrochimice a rădăcinilor arborilor, arbuștilor sau a buturugilor care pot fi folosiți în calitate de anod, stabilizarea parametrilor protecției (potențialului și densității curentului electric), precum și scăderea tensiunii în circuitul electric în timpul protecției construcțiilor metalice subterane contra coroziunii.