

GENERATOR DE AER OZONIZAT

Ing. Vasile Nikolić, S.C. NIKOLIĆ-URSACHE S.N.C.

Introducere

Prezenta comunicare se referă la realizarea unui aparat care face parte dintr-un contract finanțat de MEC prin intermediul AMCSIT, Programul Național RELANSIN, în care Conducătorul de Proiect este Compania de Cercetări Aplicative și Investiții iar partenerul 2 este S.C. NIKOLIĆ – URSACHE s.n.c. căreia îi revine conceperea, proiectarea și realizarea fizică a acestui aparat. Lucrarea de cercetare contractată are titlul *Tehnologie și instalație de sterilizare cu ozon a incintelor de procesare, depozitare și transport produse alimentare.*

Ideea abordării acestei teme a apărut în urma inconvenientelor pe care le creează apariția mucegaiurilor în spațiile de producție, depozitare sau transport a produselor alimentare, îndeosebi a brânzeturilor. Condițiile de mediu ale acestor activități industriale sunt ideale pentru dezvoltarea mucegaiurilor de toate felurile: temperaturi de 20-23°C și umidități relative de peste 80%. Cu excepția situațiilor în care însăși tehnologia cere dezvoltarea mucegaiurilor (Brânzeturi tip Roquefort, Camembert, Brie etc.) în toate celelalte cazuri apariția mucegaiurilor reprezintă un inconvenient major care cere curățarea periodică a suprafeței brânzei, acțiuni repetate de combatere a mucegaiurilor prin procedee cunoscute, rezultând o manoperă suplimentară, deloc neglijabilă și pierderi tehnologice de produs, toate ducând la creșteri ale cheltuielilor de fabricație.

Mucegaiurile sunt microorganisme strict aerobe. Pentru ele ozonul este toxic chiar dacă e prezent în aer în proporții mici. Realizarea și întreținerea unei atmosfere cu urme de ozon în ea poate împiedica dezvoltarea mucegaiurilor atât pe suprafața brânzeturilor cât și pereții incintei respective. Astfel s-a născut ideea proiectului propus și derulat prin Programul Național RELANSIN.

Bazele teoretice

Într-un mediu gazos, cum ar fi aerul sau în oxigen pur, sub influența unui aport energetic exterior (radiații ionizante, câmp electric intens, reacții chimice) o parte din moleculele de oxigen se descompun în oxigen atomic care se combină cu o parte din moleculele de oxigen aduse în stare de excitație rezultând o moleculă de ozon care conține trei atomi de oxigen, după relația:



deci reacția de formare a ozonului este puternic endotermă.

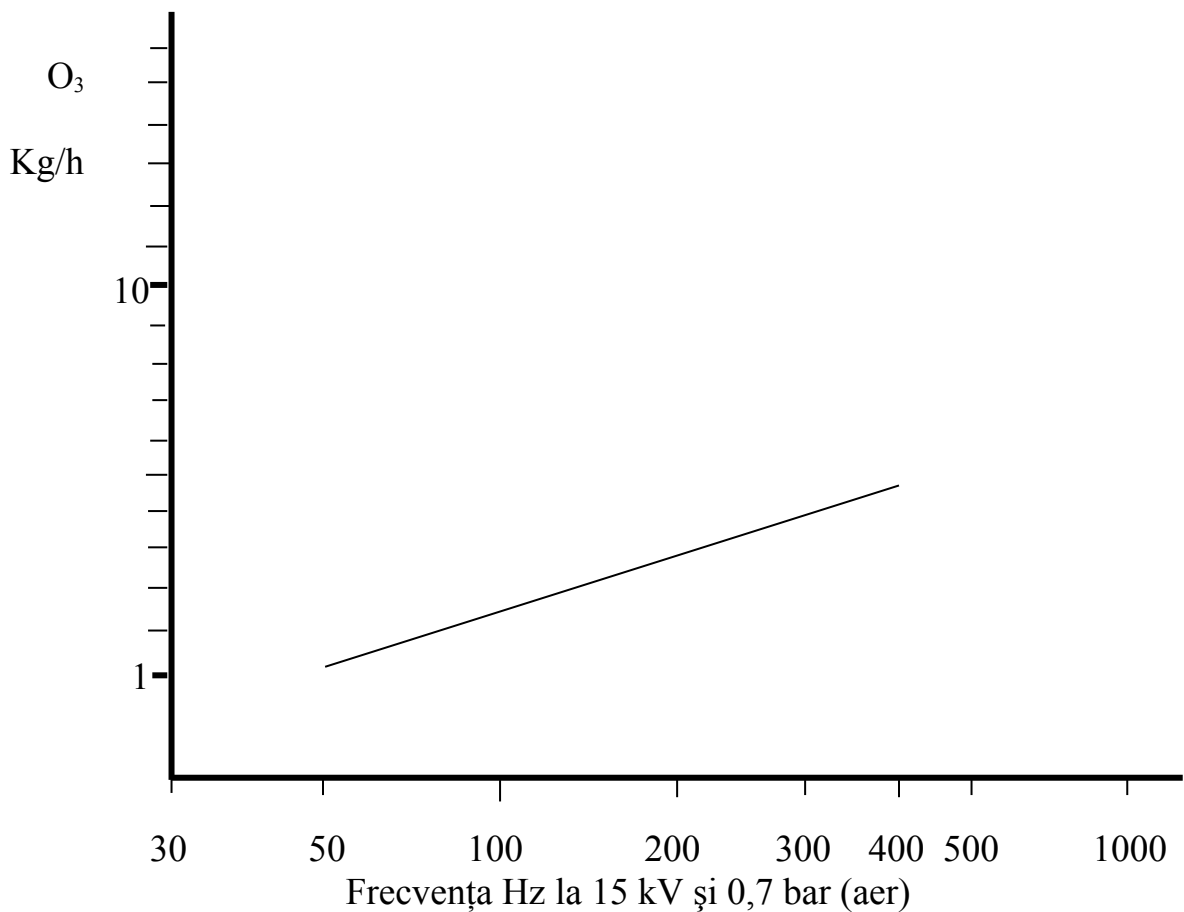
Eficiența transformării oxigenului în ozon, raportată la consumul de energie, are valori foarte diferite în funcție de condițiile de aplicare. Astfel, valoarea

teoretică a eficienței, determinată pe baza teoriei termodinamice, este de 1200 g/kwh. În mod practic, în cazul ozonizatoarelor, energia consumată e utilizată nu numai pentru formarea de ozon ci și pentru încălzirea (implicită) a electrozilor precum și a aerului incident. În consecință, eficiența de preparare a ozonului din oxigen pur, la o frecvență de 60 Hz, prin descărcare de tip Corona, este de 200 g/kwh iar la obținerea lui din aer eficiența scade la 90 g/kwh.

Cercetările au arătat că randamentul de obținere a ozonului depinde de patru factori principali:

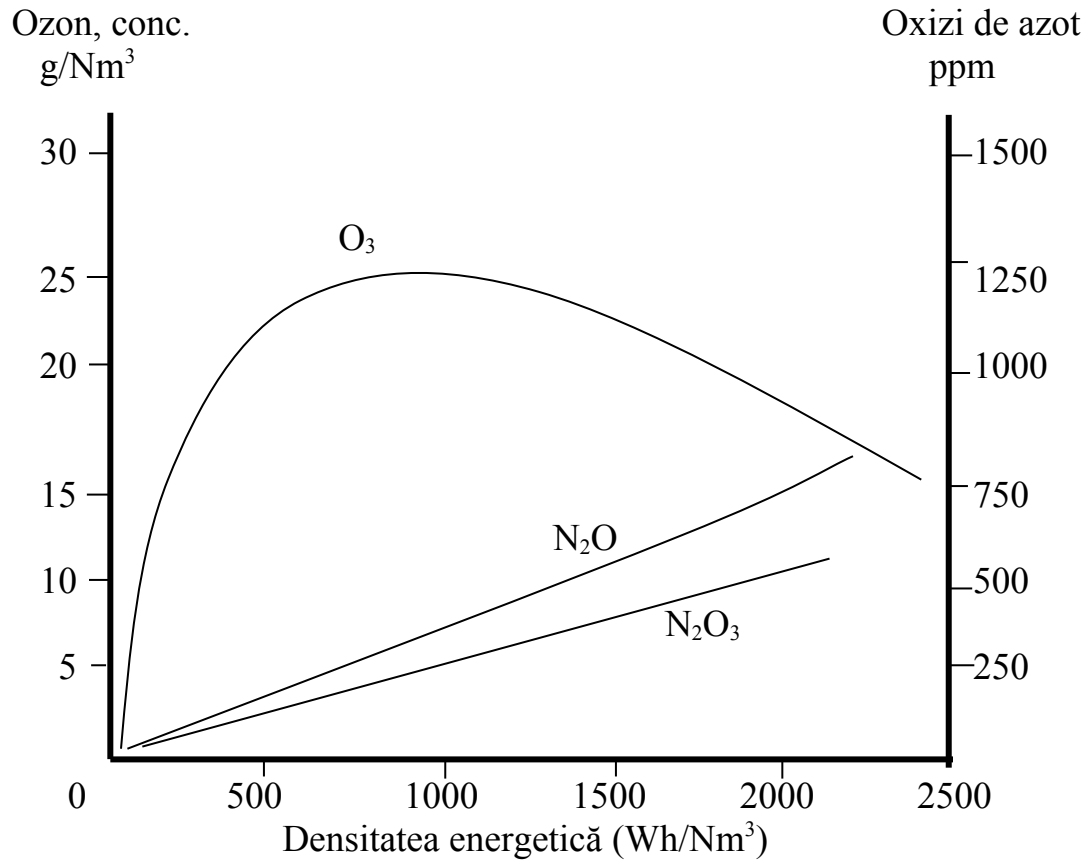
- Frecvența și tensiunea aplicată;
- Temperatura de lucru;
- Spațiul de descărcare prin efectul Corona;
- Presiunea gazului.

Influența parametrilor electrici este ilustrată în diagrama de mai jos:



Influența temperaturii asupra randamentului de conversie a oxigenului în ozon se explică prin aceea că, odată cu creșterea temperaturii, au loc reacții de

oxidare ale azotului cu formare de N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 . Diagrama de mai jos redă acest aspect :



Influența spațiului de descărcare Corona este ușor de înțeles dacă se are în vedere că prin micșorarea lui, la aceiași parametri ai sursei de energie electrică, intensitatea câmpului electric crește și odată cu ea crește densitatea puterii electrice generatoare de ozon.

Influența presiunii aerului este resimțită puternic atunci când ea crește de la 1,2 bar la 2,2 bar, domeniu în care randamentul de conversie al oxigenului în ozon, practic, se dublează. Creșterea presiunii peste acest prag nu mai produce creșteri semnificative ale randamentului de conversie.

Tipuri de ozonizatoare

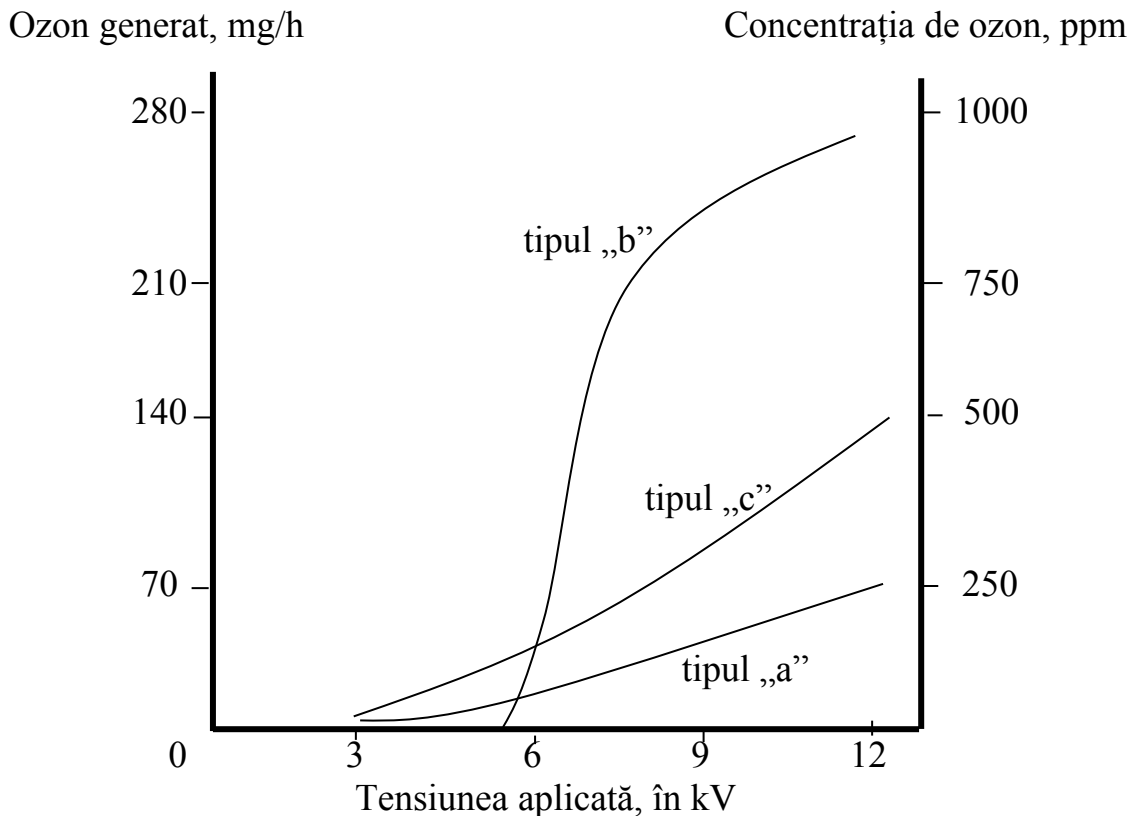
În figura 1 sunt prezentate trei tipuri de ozonizatoare, principial diferite între ele. Tipul „a” se caracterizează prin aceea că sursa de gaz (aer) „S” trece printr-un tub din sticlă 2 în care electrodul de masă 1 e confecționat dintr-o folie metalică exterioară tubului iar înalta tensiune 3, e aplicată unei spirale 4 făcută dintr-o sârmă din oțel inoxidabil, aderentă la pereții tubului 2.

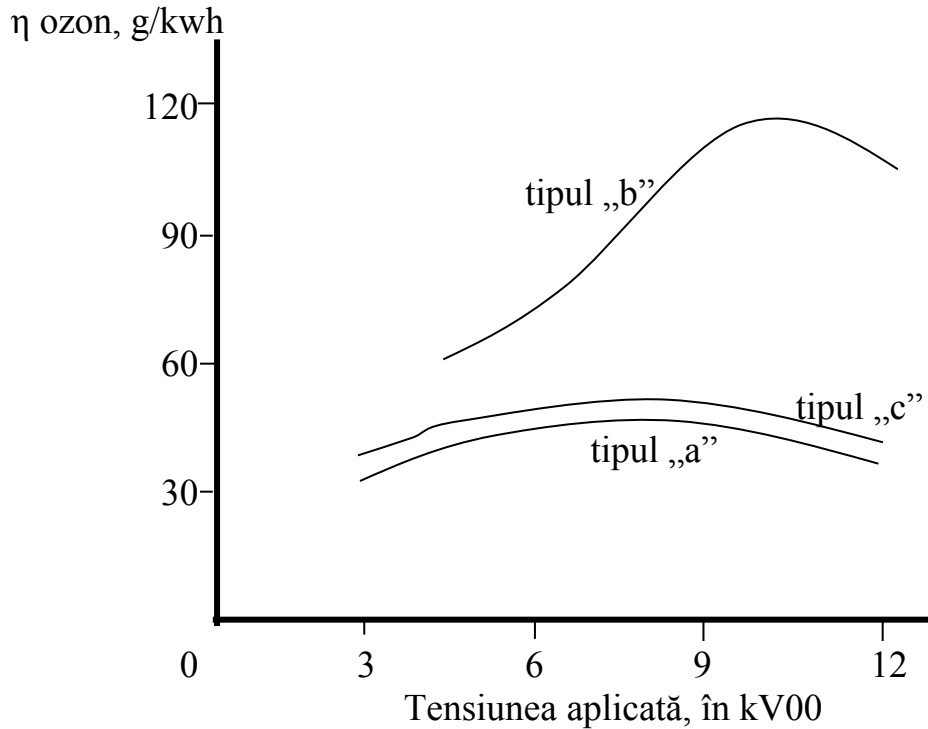
Tipul „b” se caracterizează prin aceea că tubul din sticlă, identic cu cel din tipul „a”, este introdus într-un al doilea tub cu diametru ceva mai mare, iar electrodul de masă 4 e aplicat pe exteriorul acestui tub. Gazul (aerul) circulă atât prin tubul din sticlă 2 cât și prin interstițiul dintre cele două tuburi.

La tipul „c” electrodul de înaltă tensiune este format dintr-un tub din sticlă închis și umplut cu o soluție de clorură de sodiu, fiind introdus într-un tub mai larg, ca în tipul „b” pe exteriorul căruia este aplicată folia metalică constituind electrodul de masă. Gazul (aerul) circulă numai prin interstițiul dintre cele două tuburi.

Fig. 1. Tipuri de ozonizatoare

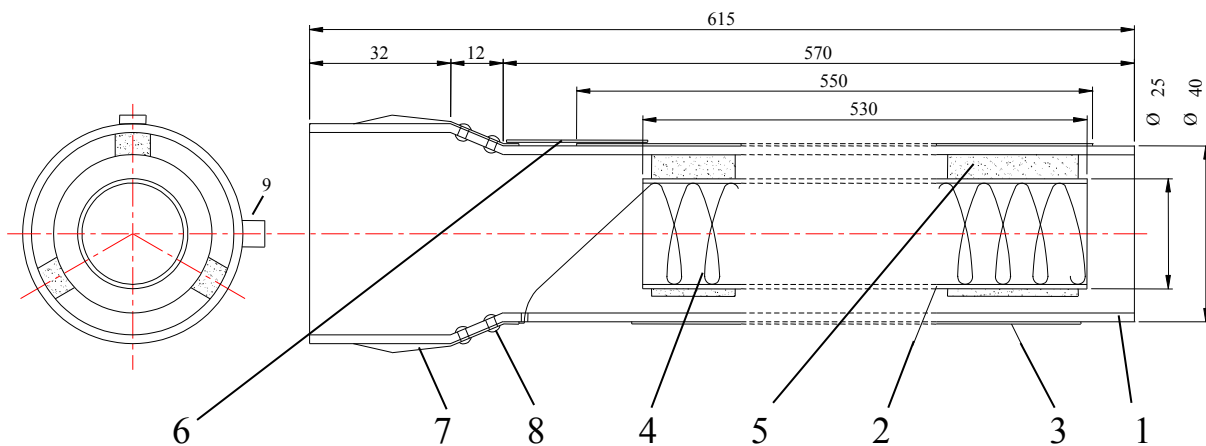
Rezultatele testării experimentale ale celor trei tipuri de ozonizatoare sunt ilustrate în diagramele de mai jos, în care tensiunea aplicată s-a făcut sub o frecvență de 60 Hz iar debitul de aer a fost de 2 litri pe minut:





Realizarea practică

Ținând seama de concluziile care se desprind din partea teoretică a fost realizat ozonizatorul prezentat în fig. 2.



1- Tub exterior; 2- Tub portelectrod IT; 3- Electrode de masă; 4- Electrode de IT; 5- Distanțiere la 120°; 6- Lamelă de legătură la masă; 7- Lamelă elastică de contact; 8- Nituri mat. plastic; 9- Cătare

Fig. 2 **Ozonizator**

După cum se poate vedea din figură, ozonizatorul respectă principiul de construcția la tipului „b” din expunerea teoretică adică asigură randamentul de conversie și concentrația maximă la dimensiunile date.

Pe un tub din PVC tip U cu diametru de 40 mm, poz. 1, se fixează, pe exterior, un electrod de masă, poz. 3, format dintr-o folie de aluminiu de 0,05 mm grosime.

- Electrodul de înaltă tensiune, poz. 4, se realizează prin bobinarea unei spire din fir de oțel de 0,3 mm, pe o lungime aproape egală cu a electrodului de masă, bobinarea fiind realizată în interiorul unui tub din sticlă, poz. 2,, cu diametru de 25/23 mm. Acest tub se fixează în interiorul tubului din PVC, în dreptul electrodului de masă exterior, cu ajutorul a câte trei distanțiere din burete de plastic, poz. 5, amplasate la extremitățile tubului de sticlă și decalate cu câte 120° între ele. Se asigură astfel rigidizarea tubului cu electrodul de înaltă tensiune permițând totodată circulația aerului de a lungul tubului, atât în interiorul tubului din sticlă cât și între acesta și tubul din PVC. Elasticitatea asigurată de distanțierele din burete de plastic ferește degradarea tubului din sticlă la eventuale șocuri.

- O lamelă din folie de cupru, poz. 6, trecută sub folia de aluminiu asigură contactul electric cu aceasta.

- Pe exteriorul tubului din PVC, pe partea evazată a acestuia se fixează, cu ajutorul unor nituri din material plastic, poz. 8, prin presare la cald, două lamele elastice de contact, poz. 7, pe exteriorul tubului PVC. Pe aceste lamele, diametral opuse, se lipesc contactele cu electrozii. În acest scop firul electrodului de înaltă tensiune e trecut în exteriorul tubului printr-un mic orificiu în dreptul lamelei elastice de contact.

Configurația montării electrozilor a fost aleasă după cum s-a arătat mai sus pentru motivul că, experimental a fost dovedit că acest mod de amplasare a electrozilor și de circulație a aerului, asigură cel mai mare randament de conversie a oxigenului din aer în ozon. Sinteza pe cale electrică a ozonului se realizează atât în tubul din sticlă ce conține electrodul de înaltă tensiune, prin efectul corona al acestuia, cât și în interstițiul dintre cei doi electrozi ca urmare a câmpului electric intens din acest spațiu.

Electrodul de masă, realizat precum s-a arătat, dintr-o folie de aluminiu înfășurată pe exteriorul tubului PVC, a fost protejat cu un strat de din bandă de hârtie adezivă iar peste aceasta a fost înfășurată o folie autoadezivă.

Pentru prototipul aparatului au fost executate două astfel de ozonizatoare cu posibilitatea funcționării simultane sau individuale.

Schema electrică a aparatului

La intrare în aparat există un bloc de alimentare compus dintr-un transformator coborâtor de tensiune Tr (220/12 v) acționat de un întrerupător general IG și controlat printr-o diodă luminescentă L_1 . Pe tensiunea joasă sunt conectate două punți redresoare din care una, KBP-307, alimentează generatoarele de ozon iar cealaltă, 3- PM-05, sistemul de ventilație. Ambele sunt comandate de către un întrerupător basculant dublu I_{g_1} - I_{v_1} respectiv I_{g_2} - I_{v_2} având prevăzută câte o diodă luminescentă pentru controlul funcționării fiecărui sistem. Diodele luminescente sunt înseriate cu rezistoare limitatoare de curent.

Tensiunea dublu redresată de către puntea KBP-307 ataca, prin intermediul câte unui rezistor bobinat de câte 1 Ω , unul sau ambele generatoare de impulsuri GI_1 respectiv GI_2 care, la rândul lor, atacă primarul bobinelor de înaltă tensiune BI_1 respectiv BI_2 .

Înaltă tensiune din secundarul acestor bobine, este conectată la electrozii de înaltă tensiune a generatoarelor de ozon, GO_1 respectiv GO_2 . Pentru generarea tensiunii înalte au fost folosite bobine de inducția auto, de fabricație engleză. În condițiile din schemă, acestea pot genera tensiuni de peste 30000 volți.

Tensiunea dublu redresată generată de puntea 3-PM-05 atacă unul sau ambele ventilatoare, V_1 respectiv V_2 , comanda fiind dată de cealaltă jumătate a întrerupătoarelor basculante duble, amintite mai înainte. În acest fel sistemul cu notația 1 acționează atât generarea tensiunii înalte cât și ventilația aferentă generatorului de ozon respectiv. Lucrurile se petrec identic și cu sistemul cu notația 2.

Generatorul de înaltă tensiune

Generatorul de înaltă tensiune este realizat pe baza unui generator de impulsuri GI, specific sistemelor de aprindere electronică la automobile și o bobină de inducție, BI pentru tensiunea de 12 volți pe înfășurarea primară.

Lucrând în gol, acest sistem asigură generarea unor tensiuni de cca. 30-35 kV, cu o frecvență de cca. 600 de herzi. Lungimea scânteilor, în gol, este de 10-12 mm în aer uscat știut fiind că pentru străpungerea a 1 mm aer uscat este nevoie de cca. 1000 V.

În sarcină, debitarea acestei tensiuni nu se face pentru producerea de scânteii ci se aplică unui fir electric pentru generarea de efect corona, și pentru crearea unui câmp electric intens față de electrodul de masă, disiparea energiei având loc pe această cale.

