

TRATAMENTE CU PLASMĂ NON-TERMICĂ PENTRU APLICAȚII DIN DOMENIUL NAVAL

Conf. univ. **Bogdan HNATIUC**¹, Ș.I. dr. ing. **Adrian SABĂU**¹, Lector dr. **Simona GHITĂ**¹,
Ș.I. dr. ing. **Mihaela HNATIUC**¹, Ș.I. dr. ing. **Constantin Luois DUMITRACHE**¹,
Lector dr. **Sabina ZĂGAN**¹

¹ Universitatea Maritimă Constanța

REZUMAT. Noile reglementări din domeniul maritim necesită găsirea unor soluții inovatoare pentru rezolvarea unor probleme fundamentale precum cele legate de fenomenul de Biofouling sau de apa de balast. Ambele probleme amintite necesită utilizarea unor tehnologii care să prezinte o eficiență ridicată a tratamentului electrochimic și microbiologic, cu posibilități de implementare practică, așa cum este cazul tehnologiei bazată pe plasma non-termică, produsă în condiții de laborator. Dintre diferitele tipuri de descărcări electrice ce pot produce o plasmă non-termică se va prezenta tehnologia GlidArc, care poate fi utilizată pentru cel mai mare volum de soluție de tratat, precum și unele rezultate microbiologice obținute prin utilizarea ei.

Cuvinte cheie: Biofouling, apă de balast, plasmă non-termică, GlidArc.

ABSTRACT. Maritime new regulations require innovative solutions to solve fundamental problems such as those related to the ballast water and the phenomenon of biofouling. Both mentioned problems requires the use of technologies able to provide a highly efficient electrochemical and microbiological treatment, with practical implementation. A such technology is based on non-thermal plasmas, produced in laboratory conditions. Among different types of electrical discharges which could produce non-thermal plasma, it will be presented the GlidArc technology that can be used for the largest volume of solution to be treated and some microbiological results obtained by its use.

Keywords: Biofouling, Ballast Water, Non-thermal Plasma, GlidArc.

1. INTRODUCERE

Coroziunea în domeniul naval este o problemă actuală, fiind un proces dinamic complex influențat de parametri fizico-chimici, mecanici și microbiologici. În jur de 70% din cheltuielile de întreținere aferente funcționării unei nave sunt legate de protecția anticorozivă, iar timpii pentru efectuarea lucrărilor de întreținere specifice contra acestui fenomen depășesc 80% din cel total de reparație. Reducerea costurilor reprezintă o economie importantă, iar un tratament eficient ar putea reduce și timpii aferenți reparațiilor navelor. Biofoulingul este cauza principală a coroziunii. Acest fenomen include 4 etape, iar pentru diminuarea sa trebuie aplicate metode în prima parte a formării sale, anume a biofilmului. Lucrarea de față se referă la rezultatele obținute prin utilizarea unui tratament cu descărcări electrice de tip plasmă rece aplicat eșantioanelor de oțel naval corespunzător primelor două etape de formare a Biofoulingului. În acest prim caz este vorba de tratamentul microorganismelor depuse pe un substrat solid.

Problema apei de balast este și ea una curentă. Datorită diversificării rutelor de transport maritim s-au impus noi reglementări cu privire la conținutul său și a operațiilor de balastare/debalastare, care

necesită noi metode de tratament a acesteia. Lucrarea de față prezintă rezultatele neutralizării unor tipuri de microorganisme din apa de mare prin amestecarea acesteia cu o soluție lichidă activă din punct de vedere chimic, denumită apă activată cu ajutorul plasmei (PAW), [1]. În acest caz tratamentul microorganismelor este diferit față de primul caz, pentru că acestea sunt în suspensie în soluția tratată.

Eficiența tratamentului microbiologic clasic cu plasmă non-termică produsă de descărcări electrice de tip GlidArc și DBD s-a dovedit deja a fi foarte bună. Tema prezentată își propune găsirea condițiilor optime de tratament pentru microorganismele din mediul marin și identificarea unor soluții suplimentare de tratament a Biofoulingului. Atingerea obiectivelor presupune corelarea unor rezultate microbiologice, mecanice, electrice, fizice și chimice.

2. PROPRIETĂȚILE TEHNOLOGIEI CU PLASMĂ NON-TERMICĂ

Plasma non-termică, numită și plasmă rece, poate fi produsă de diferite tipuri de descărcări electrice de laborator, cum sunt GlidArcul și descărcările de tip barieră dielectrică (DBD), și se încadrează în categoria

TRATAMENTE CU PLASMĂ NON-TERMICĂ PENTRU APLICAȚII DIN DOMENIUL NAVAL

procedeele de oxidare avansată (AOP). Speciile produse în interiorul plasmă reci sunt în afara echilibrului termodinamic, prin faptul că energia și temperatura particulelor ușoare, de tip electroni și fotoni, este mult mai mare decât cea a particulelor grele, de tip ioni metalici, [2].

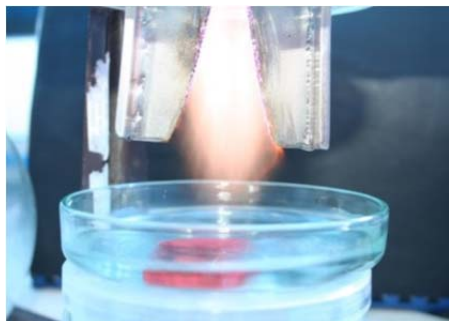


Fig. 1. GlidArc utilizat pentru tratarea unui eșantion de oțel naval prin expunere directă.

GlidArcul, vezi figura 1, reprezintă o succesiune de descărcări electrice de tip alunecător, amorțate la presiune atmosferică. Producerea lor presupune aplicarea între cel puțin doi electrozi de formă divergentă, fabricați dintr-un material conductor, a unei înalte tensiuni până la 15-20 kV, în condițiile limitării valorilor maxime ale curentului electric. Descărcarea electrică se va amorsa în punctul de distanță minimă dintre electrozi și va fi alungită pe seama unui debit de gaz sau a mișcării de rotație a unuia dintre electrozi. Atunci când descărcarea se apropie de poziția corespunzătoare distanței maxime între electrozi, densitatea de energie pe unitatea de volum scade foarte mult și aceasta se va stinge, urmând ca în același moment sau la o durată scurtă de timp să se amorseze descărcarea următoare, în punctul de distanță minimă între electrozi, unde densitatea de energie pe unitatea de volum permite acest lucru. Ea va urma același ciclu descris mai sus ca și cea anterioară. Sursa ce furnizează înalta tensiune poate fi de curent alternativ sau în impulsuri, iar limitarea curentului se poate face prin construcția transformatorului ridicător de tensiune sau utilizarea unor elemente de limitare, cel mai adesea bobine sau rezistențe. Această funcționare a GlidArcului permite implementarea sa extrem de ușor. În raport cu celelalte tipuri de descărcări electrice ce produc o plasmă de tip rece (sau non-termică), GlidArcul are parametri grad de ionizare, densitate de curent electric, valoare maximă a curentului electric, energia specifică cei mai importanți dintre toate descărcările de tip plasmă non-termică. El este deja utilizat la diverse aplicații clasice din domeniul microbiologiei, pentru obținerea unei decontaminări și a sterilizării [3].

Înregistrările parametrilor electrice de tip tensiune a descărcării și curent electric prin aceasta, pentru un GlidArc alimentat în curent alternativ și respectiv în

impulsuri sunt prezentate în figura 2 și în figura 3. Limitarea curentului nu permite evoluția descărcării electrice spre arc electric, care ar însemna creșterea substanțială a temperaturii particulelor din plasmă, de unde și denumirea de plasmă rece.

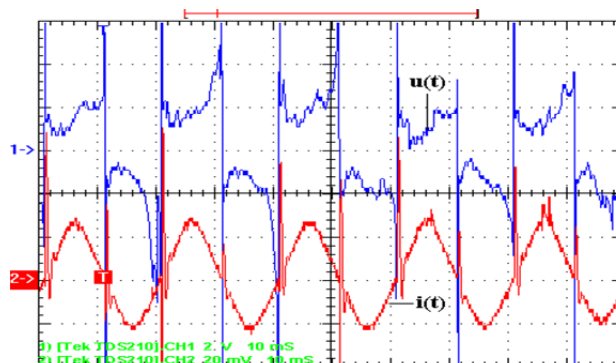


Fig. 2. Parametrii electrice pentru GlidArc alimentat în curent alternativ.

Descărcările de tip barieră dielectrică, DBD, constituie o soluție care asigură un aport de energie la nivelul moleculelor, fără încălzirea gazului (practic la temperatura ambiantă), realizând o interfață importantă între țintă și descărcare, dar și polarizarea speciilor ce apar. Descărcările DBD se obțin prin separarea a doi electrozi metalici, care pot fi de diferite forme, plan-plan sau fir-cilindru de exemplu, conectați la o sursă de înaltă tensiune, prin intermediul unui strat, sau eventual a două straturi de material dielectric (ceramică, teflon).

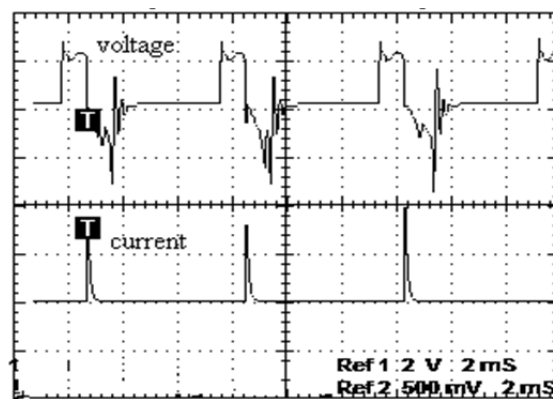


Fig. 3. Parametrii electrice pentru GlidArc alimentat de la o sursă de impulsuri.

Dielectricul permite evitarea trecerii descărcării la regim de arc electric, asigurând și o polarizare a speciilor active generate de aceasta. Prezența ecranului dielectric în vecinătatea electrozilor metalici schimbă distribuția sarcinilor spațiale în zonă, ca și geometria câmpului electric, favorizând descărcările de tip DBD. Ea are particularitatea că asigură, într-un volum de dimensiuni relativ mici, un transfer de energie între electrozii alimentați de la sursa de înaltă tensiune și gazul din incintă, printr-un număr

mare de *canale de plasmă*, de ordinul sutelor, foarte fine, care se manifestă simultan și realizează umplerea, totală sau parțială, a spațiului dintre electrozi (vezi figura 4), unde este ilustrată o torță de plasmă.

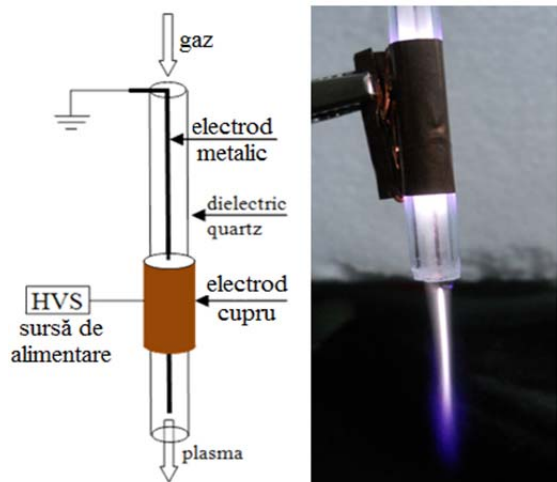


Fig. 4. Torță cu DBD.

În poza din figura anterioară debitul de gaz folosit (Argon) a fost de ordinul a 1 [L/min], frecvența alimentării de 100 Hz, iar înalta tensiune la gol, asigurată de bobina de inducție folosită, de 15 kV.

Interacțiunile dintre particulele plasmă și moleculele țintei ce se dorește a fi tratate sunt influențate de prezența moleculelor de lichid pe suprafața țintei, de pH-ul și temperatura acestuia, de energia transferată către țintă și de suprafața interfeței dintre plasmă și țintă. Reacțiile electrochimice ce se produc astfel reprezintă baza fenomenelor de tratare a soluțiilor sau de curățare a suprafețelor.

Reactivitatea electrochimică este controlată prin alegerea parametrilor și a condițiilor de lucru. În prezența vaporilor de apă în zona descărcării se favorizează apariția unor radicali (HO^* și O^*), cu potențial oxidant ridicat. În cazul aerului uscat procesele electrochimice se bazează pe producerea azotului molecular și a oxizilor de azot. Dacă ținta ce se dorește a fi tratată este pe suport lichid, situată în apropierea deschiderii de distanță maximă între electrozi, atunci speciile regăsite în zona interfeței sunt NO_2^- , NO_3^- , H^+ , H_2O_2 , ONOO^- , HO_2 .

Efectul de acidificare al soluției tratate este determinat de formarea acidului azotos și respectiv azotic [4].

Reacțiile post-descărcare (TPDR) se referă la reacțiile chimice care implică speciile formate pe durata producerii plasmă, dar care se produc și după încetarea alimentării acesteia, deci fără un aport de energie. Aceste reacții TPDR sunt atribuite speciilor secundare, de tip peroxinitrită și radical hidroperoxil, existente în cantități mici, având rate lente de reacție, care sunt dizolvate în soluția de tratat și determină reacții de ordinul 1 de difuzie controlată

(vezi figura 5). Caracteristica 1 din această figură se referă la o cinetică de ordin 0, care are loc după o dreaptă pe scara logaritmică considerată, iar caracteristica 2 se referă la o cinetică de ordin 1, care corespunde fenomenelor de difuzie amintite mai sus.

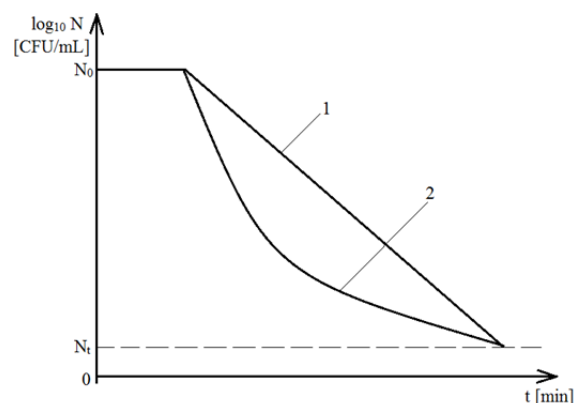


Fig. 5. Cinetica reacțiilor la suprafața de separație dintre plasmă și ținta de tratat.

O aplicație a TPDR, folosită în această lucrare se referă la inactivarea bacteriologică prin intermediul producerii apei activate, PAW. PAW semnifică tratarea unei soluții prin expunerea directă la acțiunea plasmă (se activează cu plasmă), iar apoi această soluție se utilizează separat pentru tratamentul dorit.

Astfel se pot trata bacterii, fungi, spori, paraziți și viruși. Timpul de tratament, corespunzător producerii și funcționării descărcărilor electrice de tip GlidArc, este de maximum 15 minute, iar eficiența, ca reducere logaritmică a numărului de unități ce formează colonii (CFU), de până la 10, [1].

3. MONTAJ EXPERIMENTAL

Experimental s-a utilizat un GlidArc ca cel din figura 1, alimentat de la un transformator funcționând la frecvența industrială, având tensiunea la gol de 10 kV și curentul limitat la 50 mA. Distanța minimă dintre electrozi a fost de 2 mm, debitul de gaz cu vapori de apă de maximum 50 Nm³/min, iar distanța dintre capătul electrozilor și ținta de tratat de 2,5 cm. S-au considerat două rânduri de către 4 eșantioane de oțel naval de tip A36 (dimensiuni 20×30×3 mm), vopsite cu diferite tipuri de vopsele navale, care au fost introduse în apă de mare pentru un timp de 6 ore (corespunzător formării stratului de condiționare), respectiv de 24 de ore (corespunzător formării biofilmului). Acești timpi coincid cu primele două etape de formare a Biofoulingului. S-a utilizat atât tratamentul prin expunere directă a eșantioanelor de oțel naval la acțiunea plasmă, cât și metoda TPDR prin imersarea eșantioanelor în PAW. Apoi eșantioanele au fost extrase la câteva intervale de timp de până la 24 de ore (10, 120, 480 și 1440 minute)

TRATAMENTE CU PLASMĂ NON-TERMICĂ PENTRU APLICAȚII DIN DOMENIUL NAVAL

pentru studiul evoluției microorganismelor. Timpii de tratament în fiecare caz au fost de 8 minute. Cantitatea de apă distilată care a fost activată cu ajutorul plasmei a fost de 50 mL. În cazul tratării apei de balast, cantitatea de 50 mL de PAW s-a amestecat cu 25 mL, 50 mL, 100 mL și 200 mL apă de mare pentru a determina care este amestecul (raportul) maxim pentru tratarea optimă a microorganismelor ce se pot găsi în apa de balast în vederea neutralizării lor și realizării fără probleme a operației de debalastare. Măsurarea pH -ului și a conductivității soluțiilor s-a făcut cu ajutorul unei truse de tip Consort C533, parametrii electrici ai descărcărilor s-au măsurat cu ajutorul unui osciloscop digital de tip Tektronix TDS210, prin intermediul unei sonde de înaltă tensiune (raport 1/1000) și a unui șunt calibrat de 5,17 Ω . Determinările microbiologice s-au efectuat cu ajutorul unui microscop trinocular cu epifluorescență de tip 400-FL, echipat cu un filtru albastru de 450–480 nm. Ele au luat în considerare fracțiunile moarte ale celulelor heterotrofe, ale cianobacteriilor și ale algelor verzi, ca urmare a tratamentului prin tehnologia GlidArc. Colorația specifică a celulelor cu membrana permeabilizată, este obținută cu fluorocromul iodura de propidiu (concentrație finală 2 $\mu\text{g/mL}$), iar pentru evidențierea numărului total de celule procariote s-a folosit fluorocromul acridine orange în concentrație finală de 5 $\mu\text{g/mL}$, timpul de colorare a probelor fiind de 5 minute. Eficiența tratamentului a fost exprimată prin evoluția în timp a logaritmului zecimal al raportului dintre numărul de celule moarte la un anumit moment, N , și numărul inițial de celule moarte, N_0 . Metoda de epifluorescență folosită indică numărul de celule vii prin culoarea verde a acestora și numărul de celule moarte prin culoarea roșie a lor. Determinările fiecărui tip s-a efectuat cu ajutorul programului Image J (pentru măsurarea lungimii celulelor), [5], și respectiv Cell C (pentru numărarea celulelor), [6]. Imaginea digitală este o tehnică avansată care permite numărarea automată și analiza probelor, utilizând microscopia de epifluorescență, care este integrată cu dispozitive de imagistică și software pentru numărarea bacteriilor, inclusiv focalizare automată și cuantificare.

4. REZULTATE EXPERIMENTALE

În figura 6 este prezentată evoluția pH -ului apei activate cu GlidArc prin folosirea de aer uscat, respectiv pentru două debite de aer cu vapori de apă.

Se observă că scăderea cea mai rapidă a acidității, care semnifică obținerea cea mai rapidă a unui efect de tratament antibacteriologic, se obține în cazul debitului maxim de aer, amestecat prin barbotare cu vapori de apă. Studii anterioare [4], au demonstrat că tratamentul de decontaminare devine eficient atunci

când valoarea de pH a soluției țintă, în cazul nostru apa activată, scade sub 3.5 unități. Această valoare prag a impus alegerea unui timp de tratament de 8 minute.

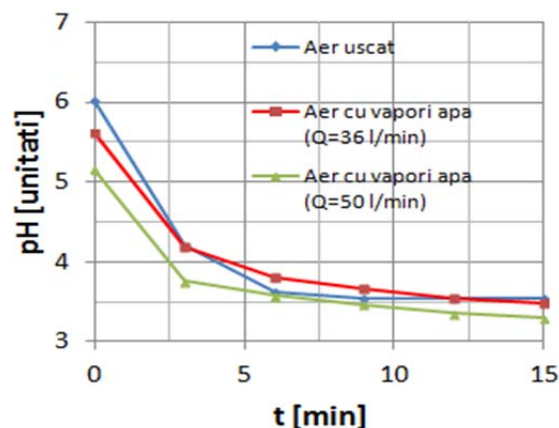


Fig. 6. Evoluția în timp a acidității apei activate funcție de tipul de gaz vector (tehnologie GlidArc).

În figura 7 este prezentată evoluția în timp a pH -ului soluției tratate cu ajutorul unor descărcări electrice de tip barieră dielectrică (DBD), prin folosirea dispozitivului din figura 4. Se observă din această figură că valoarea prag a pH -ului se obține după un timp mai mare de 10 minute, motiv pentru care testele ulterioare au utilizat doar tehnologia GlidArc.

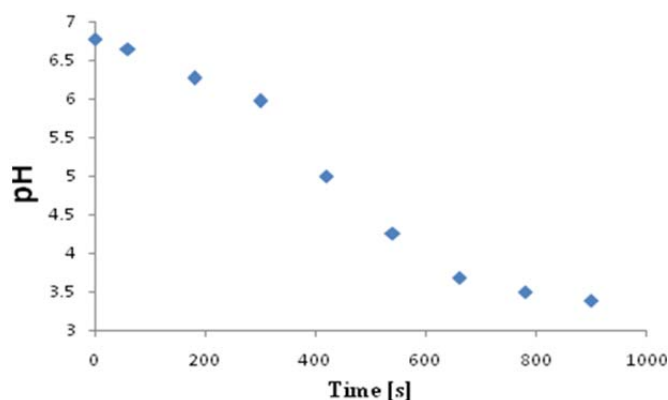


Fig. 7. Evoluția în timp a acidității apei activate prin folosirea unui dispozitiv bazat pe D.B.D.

În figura 8 sunt arătate evoluțiile numărului de celule moarte ca urmare a tratamentului prin expunere directă, respectiv prin intermediul apei activate.

Se observă din figura precedentă că tratamentul prin expunere directă are o eficiență mai mare pentru intervale mici de timp, iar tratamentul prin intermediul PAW este mai eficient pentru timpi de analiză ce depășesc 5 minute.

Prin analiza evoluției în timp a microbiotei, în raport cu starea inițială, se observă că bacteriile heterotrofe moarte sunt majoritare pe suprafețele analizate în toate cele 3 cazuri, [7]. Evoluția temporală a cianobacteriilor și a algelor verzi este fluctuantă. Pentru eșantionul de vopsea roșie se regăsesc mai multe alge

verzi decât cianobacterii ($1,3 \pm 0,6 \times 10^2$ celule alge/cm² vs. $0,05 \pm 0,7 \times 10^2$ cianobacterii/cm²). Pentru celelalte două eșantioane proporția este inversată. În privința evoluției microbiotei este important să se țină seama de efectul cumulativ dat de tipul de substrat coroborat cu efectul tratamentului GlidArc.

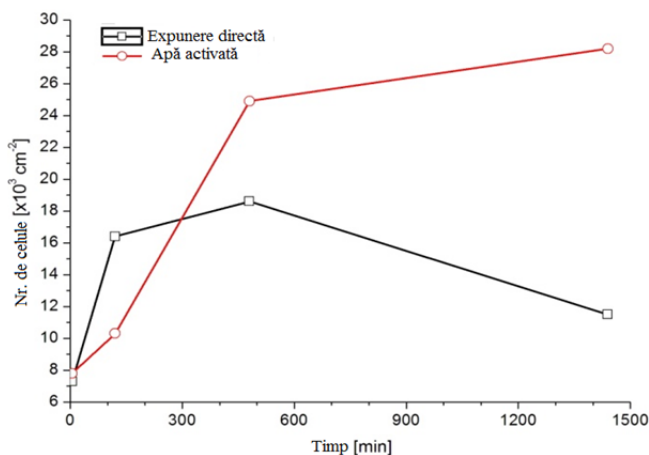


Fig. 8. Comparatie între eficiențele tratamentelor prin expunere directă, respectiv prin intermediul apei activate.

În figura 9 sunt prezentate rezultatele obținute prin amestecul de PAW cu apă de mare (apă de balast) în cele 4 proporții descrise anterior, [8].

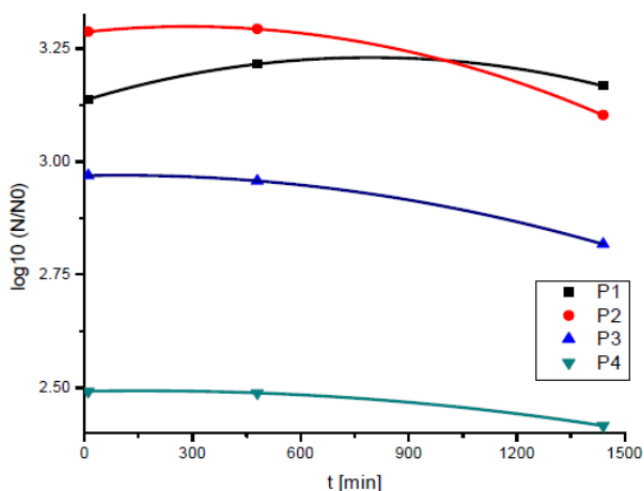


Fig. 9. Evoluția în timp a numărului de bacterii inactivate.

Se observă că pentru toate cele 4 cazuri rata de reducere a bacteriilor este de cel puțin 2.25 unități pe scară logaritmică, adică de cel puțin 177 de ori. Acest lucru semnifică o bună eficiență a tratamentului, care poate fi însă îmbunătățit substanțial, și necesită verificarea acestor rezultate pentru cantități mult mai mari, corespunzătoare celor reale de apă de balast.

5. CONCLUZII

Plasma produsă de GlidArc acționează în primele faze de adaptare ale bacteriilor heterotrofe și autotrofe,

când numărul lor este staționar, iar sensibilitatea la factorii externi este crescută. Acest moment este important pentru a nu permite formarea biofilmului prin multiplicarea microorganismelor și aderarea lor pe substratul solid.

Tratamentul microorganismelor din apa de mare aflate în suspensie în soluție (cazul tratării apei de balast) are o eficiență mult mai mare față de cel al microorganismelor plasate pe substrat solid, indiferent de metoda aplicată. În cazul testelor efectuate prin amestecul apei de mare cu apa activată cu plasmă, s-a obținut o reducere cu până la trei unități logaritmice a concentrației inițiale de microorganisme.

O condiție importantă pentru creșterea numărului de celule algale cu membrană permeabilizată se referă la menținerea unui timp cât mai lung a valorii minime a pH-ului apei activate, ceea ce implică o reducere a clorofilei de tip *a*, deci și a viabilității celulei.

Cele două metode utilizate, cea de expunere a eșantioanelor la acțiunea directă a plasmă și cea de tratament prin intermediul apei activate cu plasmă dau rezultate apropiate din punct de vedere microbiologic. Tratamentul de suprafață prin intermediul apei activate determină o întârziere în obținerea maximumului eficienței, însă rezultatele finale sunt mai bune. Există diferențe între cele 4 tipuri de vopsele utilizate, însă în fiecare caz rezultatele microbiologice finale au fost mai bune prin utilizarea apei activate. Evoluția în timp a celulelor inactivate prezintă inițial o primă zonă de creștere exponențială, care arată creșterea continuă a eficienței în această perioadă, urmată de o descreștere exponențială lentă ca evoluție în timp, ceea ce demonstrează eficacitatea tratamentului GlidArc asupra celulelor procariote și implicit întârzierea formării filmului bacterian

Recunoștință

Autorii doresc să mulțumească pentru fondurile alocate pe tema lucrării prin proiectul UEFISCDI de colaborare bilaterală cu Franța nr. 5831/08.10.2014, acronim TraiBioPlasma, 2015 – 2016.

BIBLIOGRAFIE

- [1] ***, *Biological and Environmental Applications of Gas Discharge Plasmas*, Editor Graciela Brelles-Marino, California State Polytechnic University, Pomona, SUA, ISBN 978-1-60741-945-7, Nova Science Publisher, 2009.
- [2] E. Hnatiuc (coordonator), *Procédées Electriques de Mesure et de Traitement des Polluants*, Ed. Lavoisier Tec&Doc, Paris (France), 2002, ISBN 2-7430-0578-5.
- [3] Gregory Fridman, Ari D. Brooks, et al, *Comparison of Direct and Indirect Effects of Non-Thermal Atmospheric-Pressure Plasma on Bacteria*, Plasma Process. Polym. 2007, 4, 370–375, DOI: 10.1002/ppap.200600217.

- [4] Jean-Louis Brisset, Baghdad Benstaali, David Moussa, Jean Fanmoe and Estella Njoyim-Tamungang, *Acidity control of plasma-chemical oxidation: applications to dye removal, urban waste abatement and microbial inactivation*, Plasma Sources Science and Technology, 2011.
- [5] <http://rsbweb.nih.gov/ij/>
- [6] <http://sites.google.com/site/celcsoftware/>
- [7] B. Hnatiuc, A. Sabau, S. Ghita, M. Hnatiuc, C. –L. Dumitrache, S. Pellerin, *Influence of GlidArc treatment on layers formation of Biofouling*, The 7th edition of the International Conference on Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies, ATOM-N 2014, 21 – 24 August 2014, Constanta, Romania, SPIE Conference
- [8] B. Hnatiuc, S. Ghita, A. Sabau, M. Hnatiuc, C. –L. Dumitrache, M. Wartel, *Treatment with activated water by GlidArc technology of bacteria producing Biofouling*, The 7th edition of the International Conference on Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies, ATOM-N 2014, 21 – 24 August 2014, Constanta, Romania, SPIE Conference

Despre autori

Conf. univ. dr. ing. **Bogdan HNATIUC**

Universitatea Maritimă Constanța

Este absolvent al Facultății de Electrotehnică din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași (1995). A obținut titlul de doctor inginer în Inginerie electrică al Universității Tehnice "Gheorghe Asachi" din Iași (2001) și titlul de doctor în Fizica plamei al Universității din Orleans, Franța (2002). A activat la Catedra de Bazele Electrotehnicii de la Facultatea de Electrotehnică din Iași (1995 – 2012), iar în prezent aparține de Departamentul de Științe Inginerești în Domeniul Electric al Facultății de Electromecanică din cadrul Universității Maritime Constanța. A publicat peste 100 de articole științifice și brevete, din care 25 se regăsesc în baza de date ISI Web of knowledge. Conducător a 3 proiecte de cercetare internaționale. Este membru SETIS din 2010.

Ș.l. dr. ing. **Adrian SABĂU**

Universitatea Maritimă Constanța

Este absolvent al Universității Tehnice "Traian Vuia" din Timișoara, Facultatea de Inginerie Mecanică și al Universității Maritime Constanța, Facultatea de Electromecanică Navală. A obținut titlul de doctor inginer în Inginerie Mecanică din anul 2007 la Universitatea Transilvania din Brașov, instructor IMO din anul 2010. În prezent este cadrul didactic al Universității Maritime Constanța, Departamentul de Științe Inginerești în Domeniul Mecanic. Este membru al următoarelor asociații profesionale: ARTENS, Asociația Română a Inginerilor Termotehnici, Asociația Internațională de Conservare a Resurselor Naturale și Energiei, Asociația Inginerilor Auto. Temele sale de interes se referă la motoare navale Diesel, aplicații pentru mediu, simulări procese mecanice, operațiuni și procese navale.

Lector dr. **Simona GHITĂ**

Universitatea Maritimă Constanța

Este doctor în științe biologice din anul 2011, specializarea Microbiologie marină, al Universității „Ovidius” din Constanța. Este angajată la Universitatea Maritimă din Constanța din anul 2008 în cadrul Departamentului de Științe Inginerești în Domeniul Mecanic. După finalizarea studiilor universitare ca șef de promoție și-a început cariera în cercetare la Institutul de Cercetare și Dezvoltare pentru Creșterea Ovinelor și Caprinelor, Palas, Constanța. A participat ca membru în echipa de cercetare în 12 proiecte naționale în domeniul biotehnologiilor (Biotech, CNCISIS, Relansin, CEEX Agral, PNCDI-II Program 4, Program „Parteneriate în domeniile prioritare”) și ca manager regional în cadrul unui proiect POSDRU. A publicat 47 de articole științifice, din care 6 de tip ISI și două cursuri universitare. Domeniile de competență profesională se referă la microbiologia marină, managementul calității mediului, mecanisme fiziologice de adaptare, hidrobiologie, conservarea biodiversității - dezvoltare durabilă, expertize de mediu.

Ș.l. dr. ing. **Mihaela HNATIUC**

Universitatea Maritimă Constanța

Este absolventă în 1995 a Facultății de Electronică și Telecomunicații din Iași. Master în Bioinginerie și Inteligență artificială, în 2002, și doctorat în Inginerie electrică, finalizat în 2006, la Facultatea de Electronică și Telecomunicații din Iași. Este autor al unui brevet de invenție în Franța, a numeroase articole în reviste și proceedingurile unor conferințe naționale și internaționale, precum a patru cărți de specialitate. Are ca domenii de interes micro sistemele și inteligența artificială cu aplicații în electronică. A condus două proiecte de cercetare internaționale și a participat ca membru în patru proiecte de cercetare naționale. Este membră CEPS, CERFS, fiind responsabilă AFCEA pentru studenții secției de Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații din cadrul Universității Maritime Constanța, unde este angajată la departamentul de Electronică și Telecomunicații.

CERCETARE ȘI EXPERTIZĂ INGINEREASCĂ

Ș.l. dr. ing. **Constantin Luois DUMITRACHE**

Universitatea Maritimă Constanța

Absolvent al Facultății de Știința și Ingineria Materialelor din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași (1992) și al Facultății de Navigație și Transport Naval din cadrul Universității Maritime Constanța (2002). Doctor în Inginerie mecanică al Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași în anul 2001. Angajat în prezent la departamentul de Științe Generale Inginerești din cadrul Universității Maritime Constanța. Membru ARTENS din 1994. Domenii de competență: Știința și ingineria materialelor, Sudarea materialelor metalice, Tratamente termice și termochimice, Grafică asistată de calculator.

Lector dr. **Sabina ZĂGAN**

Universitatea Maritimă Constanța

Absolventă a Facultății de Chimie din cadrul Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași în anul 1994. Doctor în Inginerie chimică al aceleiași universități din anul 2006 și lector la Departamentul de Științe Fundamentale și Umaniste din cadrul Universității Maritime Constanța. Membru al Societății Române de Chimie, Asociației Profesionale de Industrie Alimentară, Asociației Profesionale de Tehnologii de Fabricare Moderne. A fost membru în 3 proiecte naționale de cercetare și domeniile sale de interes se referă la coordonarea compușilor, materiale compozite și chimia mediului. Este autorul a 7 lucrări de tip ISI.