

INCDIE ICPE-CA: dezvoltarea de materiale avansate cu aplicații în inginerie electrică și în domeniul medical

În cadrul Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA București, Departamentul de Materiale Metalice, Compozite și Polimerice (DMMCP), există preocupări științifice constante pentru dezvoltarea de noi materiale avansate atât prin activități de cercetare industrială, cât și de dezvoltare experimentală. Activitățile sunt în acord cu strategia națională de CDI și cu strategia de CDI a institutului, fiind abordate teme de cercetare pentru realizarea de aplicații practice aferente domeniilor de prioritate publică, cum ar fi "Tehnologii noi și emergente" și "Sănătate", precum și domeniilor de specializare inteligentă "Eco-nanotehnologii și materiale avansate" și "Energie".

Cu o tradiție de peste 70 ani în domeniul materialelor de contact electric, institutul a realizat și investigat noi materiale de contact pe bază de wolfram-cupru dopate cu nichel sau oxid de grafenă, pentru contacte de arc utilizate la echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral de transformator sau gaz de hexafluorură de sulf.

Astfel, au fost elaborate procedee inovative de presare-sinterizare-infiltrare și de sinterizare în plasmă de scânteie (SPS), soluțiile originale fiind brevetate la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM). Prototipurile elaborate au fost certificate prin documentații tehnice de validare a tehnologiilor de obținere. Testarea în condiții reale de exploatare a pieselor finite cu formă complexă (fig. 1) prelucrate mecanic din prototipuri de semifabricate cilindrice sinterizate

a relevat atingerea nivelului de maturitate tehnologică TRL 7, produsele fiind fezabile introducerii în fabricație și implementării pe piață de către partenerii proiectului (ICPE-CA și partenerul industrial MAIRA MONTAJ SRL).

O altă direcție de cercetare abordată de specialiștii din ICPE-CA în colaborare cu MAIRA MONTAJ SRL se referă la dezvoltarea de varistoare sub formă de disc pe bază de oxizi metalici pentru îmbunătățirea efectului protector al descărcătoarelor de supratensiuni. Colaborarea se derulează în cadrul unui proiect PED care se va finaliza anul acesta prin certificarea prototipurilor de varistoare pe bază de oxid de zinc și validarea tehnologiei de obținere a acestora, protecția cunoștințelor industriale fiind realizată printr-o cerere de brevet de invenție înregistrată la OSIM în anul 2021 de către ICPE-CA. Parametrii electrici principali de funcționare a varistoarelor pe bază de oxid de zinc dezvoltate în cadrul proiectului PED (fig. 2) (tensiunea nominală a descărcătorului de 25 kV, tensiunea de funcționare continuă de 12 kV și curentul de conducție de 1 mA) prezintă valori conforme descărcătoarelor de supratensiuni de medie tensiune.

Tematicile de cercetare descrise mai sus au fost stabilite de comun acord de către partenerii proiectelor CDI, în vederea rezolvării necesităților identificate, care să conducă la creșterea competitivității economiei românești prin CDI prin dezvoltarea de noi materiale și produse fiabile, cu proprietăți performante, care să înlocuiască produsele similare din import.

Începând cu anul 2005, colectivul de cercetare al DMMCP a derulat activități

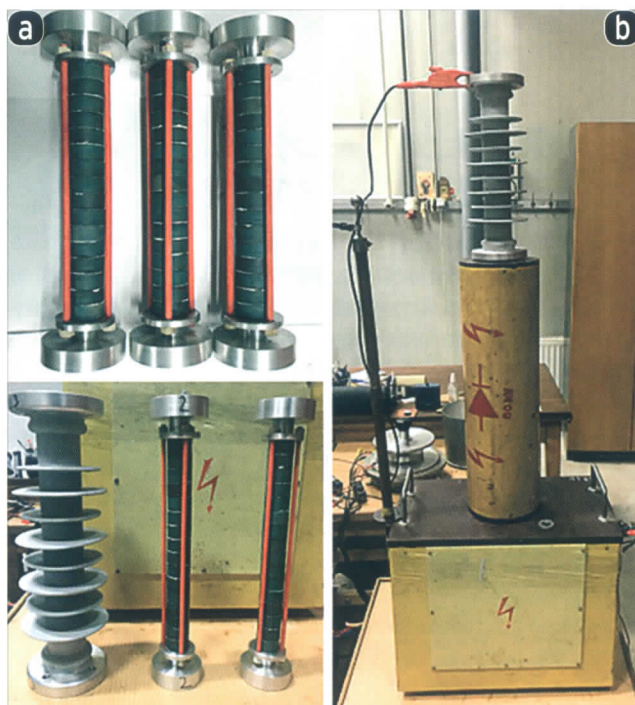


Fig. 2 (a) Asamblarea și (b) testarea funcțională a varistoarelor sub formă de disc pe bază de oxid de zinc

de realizare de noi materiale avansate ecologice cu activitate antimicrobiană pentru aplicații în medicină, pentru creșterea calității sănătății. Finanțarea acestor proiecte prin programe naționale a contribuit la îmbogățirea cunoștințelor științifice ale cercetătorilor din colectivele de lucru, creșterea vizibilității internaționale, precum și la dotarea ICPE-CA cu aparatură modernă de sinteză și caracterizare nanomateriale, cum ar fi rotavaporul Heildolph Laborota 4000, spectrofotometrul Jasco V-570 cu modul standard și sferă integratoare pentru caracterizări optice suspensii coloidale și nanopulberi prin spectrofotometrie de absorbție a luminii în UV-Vis-NIR, aparatul Brookhaven 90 Plus pentru determinare dimensiuni de nanoparticule, repartitie granulometrică și potențial zeta prin împrăștierea dinamică (DLS) și electroforetică a luminii (ELS), precum și sistemul Anton Paar Calotest Compact pentru determinare grosime acoperiri de 0,1 - 50 μm.

Cercetările științifice au condus la elaborarea de noi materiale (biomateriale compozite cu matrice poliuretanică și celulozică, materiale de acoperire de tip acril-stirenice și pe bază de rășini epoxidice, materiale de acoperire filmogene cu metiltrietoxisilan) dopate cu nanoparticule de argint cu dimen-



Fig. 1 (a) Vârfuri de contact, (b) inele de protecție pe bază de wolfram-cupru

siuni de 5-20 nm și soluții coloidale de argint cu proprietăți antibacteriene și antifungice, cu spectru larg de acțiune, ecologice și fără risc de apariție a germenilor mutanți. ICPE-CA a dezvoltat noi metode de sinteză chimică și electrochimică eficiente, care au permis obținerea de soluții coloidale de argint stabile într-un interval larg de concentrații de argint (de la 2-3000 ppm), compatibile cu tehnicile de procesare a polimerilor. Studiile asupra proceselor de interfață în sistemele mediu de dispersie - argint - polimeri elaborate au contribuit la stabilirea dimensiunilor și concentrațiilor critice ale particulelor de argint la care acestea manifestă caracteristicile electrice, respectiv antiseptice, specifice domeniului nanoscalar, precum și la stabilirea designului molecular în compozitele polimerice.

Proiectele CEEX – CORINT derulate de către ICPE-CA în domeniul micro/nano materialelor compozite avansate multifuncționale cu aplicații în ingineria electrică și medicină au vizat formarea unor rețele științifice la nivel european, cu componentă multidisciplinară și au contribuit la creșterea vizibilității și reprezentativității internaționale a comunității științifice românești în vederea corelării și integrării în programe europene și internaționale de cercetare.

În vederea obținerii de noi materiale nanostructurate de tip bariere bacteriologice respirabile, în special pentru domeniul medical, care să asigure protecție maximă pentru pacienți și utilizatori, standarde ridicate de igienă/microbiologice și confort în purtare, ICPE-CA a derulat proiecte colaborative de cercetare aplicativă, în parteneriat cu alte institute naționale și universități. ICPE-CA a realizat suspensii coloidale de nanopulberi compozite de tip nanoparticule de argint depuse pe dioxid de titan sau oxid de zinc, cu un conținut masic de 1-5 % oxid metalic și 75-1500 ppm argint, utilizate pentru funcționalizarea antimicrobiană a unor suporturi textile. Acestea au fost proiectate pentru a putea realiza o activitate biocidală oligodinamică și sinergică a nanoparticulelor de argint și de oxizi metalici și a agenților tensioactivi folosiți la dispersarea și stabilizarea suspensiilor. Nanocompozitele elaborate prezintă proprietăți fungistatice, activitatea antifungică fiind mai ridicată cu creșterea concentrației de nanoparticule de argint. De asemenea, efectul fotocatalitic al nanocompozitelor în domeniul vizibil contribuie la îmbunătățirea activității biocidale. Aceste materiale nanostructurate biocide pot fi folosite pentru funcționalizarea antimicrobiană a unor bunuri de larg consum (textile, piei,

blănuri, vopsele, acoperiri cu proprietăți de autocurățire etc.), produse medicale și cosmetice.

O altă direcție de cercetare abordată în cadrul departamentului prin intermediul unui consorțiu format din ICPE-CA, Universitatea din București, Facultatea de Biologie și MGM STAR CONSTRUCT SRL vizează dezvoltarea de noi materiale compozite pe bază de oxid de zinc și dioxid de titan dopate cu maxim 2,8 % masice de nanoparticule de argint bioactive, cu activitate antimicrobiană și antibiofilm pentru aplicații medicale, pentru funcționalizarea biocidă

a suprafețelor unor instrumente chirurgicale critice (bisturie, cuțite, pense și foarfece) din oțel inox pentru a reduce infecțiile chirurgicale locale superficiale și de a îmbunătăți calitatea vieții. Pulberile compozite sunt utilizate pentru realizarea de comprimate pentru evaporare termică (Ø8 mm x 2-4 mm) și de ținte de pulverizare (Ø50,8 mm x 2-3 mm) (fig. 3), care au fost testate funcțional cu succes în instalații de depunere în vid. Acoperirile nanostructurate depuse pe substrat de oțel inox sub formă de straturi subțiri de grosime maximă 1500 nm prin metode fizice de depunere în vid (evaporare termică și pulverizare cu magnetron) au prezentat o aderență bună. Materialele nano și microstructurate, țintele de pulverizare și acoperirile nanostructurate pe bază de argint - dioxid de titan au fost realizate ca prototipuri certificate (TRL 7). Soluțiile tehnice inovative au fost brevetate la OSIM prin 2 brevete de invenție. Testele de determinare a activității antimicrobiene și antibiofilm, precum și testele de citotoxicitate a materialelor și acoperirilor nanostructurate pe bază de argint-oxid metalic asupra unui spectru larg de bacterii Gram-pozitive și Gram-negative și fungi au relevat eficiența agenților antimicrobieni elaborați de a inhiba aderența microorganismelor testate pe suport de oțel inox, care nu prezintă proprietăți antibacteriene.

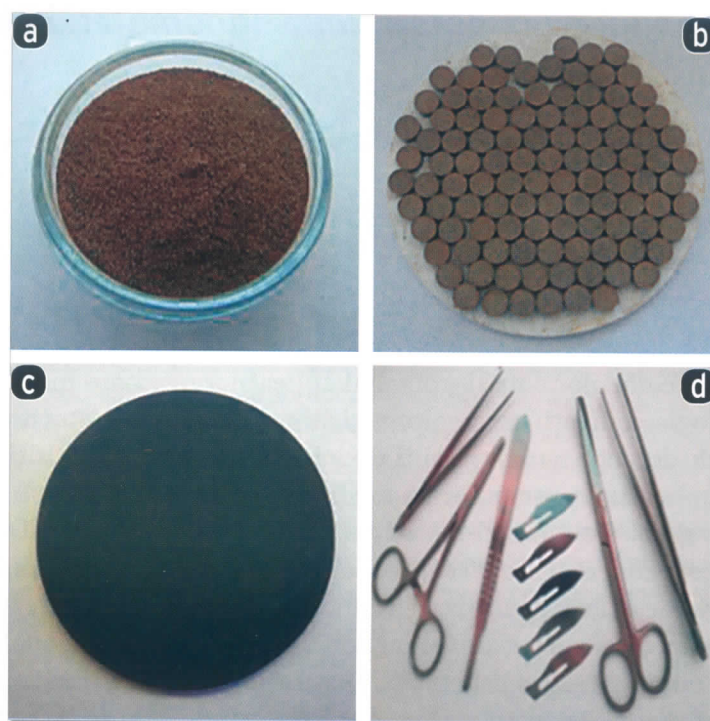


Fig. 3 (a) Pulberi compozite, (b) comprimate pentru evaporare termică, (c) ținte de pulverizare pe bază de argint - dioxid de titan, (d) instrumente chirurgicale critice din oțel acoperite cu straturi subțiri din argint - dioxid de titan

Valorificarea rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectelor CDI derulate de DMMCP s-a realizat prin intermediul a numeroase brevete naționale, comunicări la manifestări tehnico-științifice internaționale și naționale și publicarea de articole în reviste științifice de specialitate cu un impact ridicat în comunitatea științifică internațională.

Calitatea rezultatelor cercetărilor protejate prin brevete de invenție și articole științifice publicate în reviste de prestigiu indexate ISI, zona Q1/Q2 a fost confirmată prin premiile obținute la saloane și expoziții internaționale de invenții (EUROINVENT, Geneva, INNOVA Eureka, PRO INVENT, INVENTIKA), precum și recunoscută și recompensată de către UEFISCDI prin Programul 1, Subprogramul 1.1.

Pe baza experienței acumulate de-a lungul anilor, specialiștii din ICPE-CA pot produce și dezvolta prin tehnologii clasice și emergente atât materiale avansate și produse pentru inginerie electrică, cât și dispozitive medicale pentru aplicații medicale. Transferul de cunoștințe, tehnologii, servicii și produse către mediul economic se realizează prin colaborări directe și dezvoltarea de parteneriate cu parteneri și beneficiari din mediul academic și industrial ■

 **Dr. ing. Magdalena Valentina Lungu**