

Programul din PNCDI III - Program 2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare

Finanțare: bugetul de stat și din alte surse atrase

Autoritate contractantă: Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI)

Denumirea Programului din PNCDI III: Program 2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare, **Subprogram 2.1:** Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare

Direcția de cercetare: 4 - Eco-nanotehnologii și materiale avansate

Contractor: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE-CA (INCDIE ICPE-CA)

Partener 1: MAIRA MONTAJ SRL

Tipul proiectului: Proiect Experimental Demonstrativ (PED); Cod proiect: PN-III-P2-2.1-PED-2016-1987; Contract 118 PED/2017

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC - ETAPA 2/2018 la Contract Nr. 118 PED/2017

Dezvoltarea experimentală de piese sinterizate de înaltă performanță și validarea tehnologiei de fabricare a acestora pentru utilizare în aparate de comutație de medie și înaltă tensiune (Acronim proiect: HPERSENT)

Denumirea etapei: Dezvoltare experimentală privind realizarea și caracterizarea prototipurilor de piese sinterizate și validarea tehnologiei de laborator

Perioada de derulare a etapei: 23.12.2017 - 30.06.2018

Activități / Partenerii implicați în realizarea activității:

A.2.1. Elaborare documentație de analiză tehnico-economică a semifabricatelor sinterizate și pieselor sinterizate finite complexe realizate și selectarea tehnologiilor potrivite de realizare a acestora, funcție de caracteristicile tehnice performante și de prețul de producție / CO, P1

A.2.2. Elaborare specificații tehnice și fișe de produs semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe / CO, P1

A.2.3. Realizarea prototipurilor de semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite / CO, P1

A.2.4. Caracterizarea fizico-chimică, microstructurală, mecanică, tribologică, termică și electrică a prototipurilor de piese sinterizate, conform metodelor descrise în etapa de cercetare industrială /CO, P1

A.2.5. Elaborarea documentației tehnice de validare a tehnologiei de laborator pentru realizare semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe / CO, P1

A.2.6. Diseminarea rezultatelor proiectului prin comunicarea și publicarea națională sau internațională a rezultatelor proiectului și actualizarea paginii web a proiectului / CO, P1

A.2.7. Participarea la manifestări tehnico-stiințifice naționale sau internaționale din domeniul specific proiectului / CO, P1

Rezultate așteptate: Un raport de analiza tehnico-economica a semifabricatelor sinterizate si pieselor sinterizate finite complexe realizate si selectarea tehnologiilor de laborator potrivite pentru fabricarea pieselor sinterizate de inalta performanta si cu cel mai scazut pret de productie; Min. 2 specificații tehnice si min. 2 fise de produs semifabricate sinterizate si piese sinterizate finite complexe; Min. 4 prototipuri de semifabricate sinterizate cu diametru 15...60 mm si inaltime 5...35 mm; Min. 4 prototipuri de piese sinterizate finite complexe; 2 tehnologii de laborator validate (documentatii tehnice de validare a tehnologiilor de laborator) pentru realizare semifabricate sinterizate si piese sinterizate finite complexe; Pagina web a proiectului actualizata; Min. o lucrare comunicata; Min. o lucrare ISI publicata; Min. o participare la o manifestare tehnico-stiintifica nationala sau internationala din domenii specifice proiectului; O cerere de brevet de inventie elaborata si depusa la OSIM; Raport de etapa; Raport final.

Colectiv de lucru:

CO: INCDIE ICPE-CA

Director de proiect:

Dr. Ing. Lungu Magdalena
Valentina

P1: MAIRA MONTAJ SRL

Responsabil de proiect:

Ing. Godeanu Petrisor

Membri CO:

Dr. Ing. Enescu Elena
Dr. Ing. Lucaci Mariana
Dr. Ing. Patroi Delia
Dr. Fiz. Cirstea Cristiana Diana
Dr. Ing. Talpeanu Dorinel
Dr. Fiz. Sbarcea Gabriela
Dr. Ing. Mantea Eugen
Dr. Ing. Ion Ioana
Dr. Ing. Dorian Marin
Ing. Mitrea Sorina

Membri CO:

Drd. Ing. Marin Mihai
Drd. Fiz. Marinescu Virgil
Ing. Bratulescu Alexandra
Ing. Stancu Nicolae
Operator chimist Fierascu
Eugenia
Operator programator masini
comanda numerica Paraschiv
Gheorghe
Tehn. Ghita Marian
Tehn. Vlad Dorina
Lacatus mecanic Cosac Adrian
Munc. Cristina Florea

Membri P1:

Ing. Cerga Dan Viorel
Ing. Melnic Constantin
Ing. Chitaigoroski Gabriel Mirell
Tehn. Georgescu Gheorghe

REZUMATUL ETAPEI DE EXECUTIE

În Etapa 2/2018 a proiectului HPERSINT, Contract nr. 118 PED/2017, derulat în cadrul programului PNCDI III - Program 2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare au fost prevăzute și îndeplinite activități de cercetare industrială și dezvoltare experimentală, care au avut ca rezultat elaborarea de noi materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu pentru realizarea de contacte electrice de arc de tip varfuri de contact și inele de protecție pentru utilizări în aparate electrice de comutație de medie și înaltă tensiune, cum ar fi întreruptoarele de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆ (hexafluorura de sulf). De asemenea, au fost validate 2 tehnologii de fabricare semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe prin elaborarea a 2 dosare de certificare prototipuri de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin (1) procedeul de presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) și (2) procedeul de sinterizare în plasmă de scânteie (SPS).

Capitolul 2.1. prezintă activitatea de cercetare industrială **A.2.1. Elaborare documentație de analiză tehnico-economică a semifabricatelor sinterizate și pieselor sinterizate finite complexe realizate și selectarea tehnologiilor potrivite de realizare a acestora, funcție de caracteristicile tehnice performante și de prețul de producție cel mai scăzut.** În cadrul acestei activități a fost realizat un raport de analiză tehnico-economică a materialelor de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin procedeul de presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin procedeul de sinterizare în plasmă de scânteie (SPS), ținând cont de necesarul și costul materiilor prime folosite și de operațiile tehnologice realizării produselor prin cele 2 procedee, manopera aferentă și consumurile energetice necesare. Prin calcularea prețului de producție al produselor s-a constatat faptul că ambele procedee de realizare materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu sunt fezabile, deoarece prețurile de producție nu diferă semnificativ.

Capitolul 2.2. prezintă activitatea **A.2.2. Elaborare specificații tehnice și fișe de produs semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe.** În cadrul activității A.2.2, coordonatorul proiectului - CO, prin Directorul de proiect, Dr. Ing. Magdalena-Valentina Lungu a elaborat două specificații tehnice (ST): (1) ST 123/14.06.2018 "Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune" și (2) ST 124/14.06.2018 "Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune". Au fost elaborate 2 fișe tehnice de produs, care împreună cu ST-urile, PV-urile de discuție și aprobare ST-uri fac parte integrantă din dosarele de certificare prototipuri de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune.

Capitolul 2.3. prezintă activitatea **A.2.3. Realizarea prototipurilor de semifabricate sinterizate și piese sinterizate.** Au fost realizate 4 prototipuri de semifabricate sinterizate cu diametrul de 50 mm și înălțimea de 6 mm și 4 prototipuri de piese sinterizate finite complexe de tip inele de protecție, care au fost recepționate de către membrii comisiilor de certificare prototipuri prin PV-uri de recepție privind executia prototipurilor de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin procedeul P-S-I, respectiv prin procedeul SPS pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune.

Capitolul 2.4. prezintă activitatea **A.2.4. Caracterizarea fizico-chimică, microstructurală, mecanică, tribologică, termică și electrică a prototipurilor de piese sinterizate, conform metodelor descrise în etapa de cercetare industrială.** Testele au fost realizate conform standardelor în vigoare. Au fost întocmite 14 rapoarte de încercări prototipuri de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS), care atestă faptul că valorile obținute pentru caracteristicile tehnice ale probelor de prototipuri analizate corespund condițiilor tehnice prevăzute în ST 123/14.06.2018 și ST 124/14.06.2018, fiind comparative cu valorile caracteristicilor materialelor de contact pe bază de W-Cu elaborate de firme internaționale cunoscute în domeniu.

Capitolul 2.5. prezinta activitatea **A.2.5. Elaborarea documentatiei tehnice de validare a tehnologiei de laborator pentru realizare semifabricate sinterizate si piese sinterizate finite complexe.** Au fost intocmite 2 dosare de certificare prototipuri (documentatii tehnice), care contin 2 specificatii tehnice, 2 proceduri de lucru si fise de urmarire in executie produse si 2 fise tehnice de produs pentru prototipurile certificate, fiind validate tehnologiile de laborator de realizare a prototipurilor.

Capitolele 2.6.-2.7. prezinta activitatile **A.2.6. Diseminarea rezultatelor proiectului prin comunicarea si publicarea nationala sau internationala a rezultatelor proiectului si actualizarea paginii web a proiectului si A.2.7. Participarea la manifestari tehnico-stiintifice nationale sau internationale din domenii specifice proiectului.** In acest scop, partenerii proiectului au elaborat in comun raportul de etapa si raportul final, a fost actualizata pagina web a proiectului in limba română pe site-ul CO si in limba engleză pe site-ul ResearchGate, a fost publicat un articol intr-un jurnal BDI si un abstract extins cotate BDI, a fost redactat partial un articol care se va trimite spre publicare intr-un jurnal cotate ISI Proceeding, a fost realizata o participare a 3 specialisti si o comunicare orala la o manifestare tehnico-stiintifica internationala din domenii specifice proiectului - 4th International Workshop on Spark Plasma Sintering (SPS), 23-25 May 2018, Cagliari, Italy. Protectia cunostintelor industriale s-a realizat printr-o cerere de brevet de inventie elaborata si depusa la OSIM.

In urma indeplinirii activitatilor A.2.1-A.2.7. s-au obtinut urmatoarele rezultate:

◆ o documentatie de analiza tehnico-economica a materialelor de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin procedeul de presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin procedeul de sinterizare în plasmă de scânteie (SPS); ◆ 2 specificații tehnice; ◆ 2 fise de produs semifabricate sinterizate si piese sinterizate finite complexe; ◆ 4 prototipuri de semifabricate sinterizate cu diametrul de 50 mm si inaltimea de 6 mm; ◆ 4 prototipuri de piese sinterizate finite complexe de tip inele de protectie; ◆ 6 repere diferite de piese sinterizate finite complexe pe baza de W-Cu sub forma de inele de protectie (3 repere) si varfuri de contact (3 repere); ◆ 2 tehnologii de laborator validate pentru realizare semifabricate sinterizate si piese sinterizate finite complexe prin elaborarea a 2 dosare de certificare prototipuri de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin 2 procedee ale metalurgiei pulberilor: (1) procedeul de presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin (2) procedeul de sinterizare în plasmă de scânteie (SPS); ◆ pagina web a proiectului actualizata; ◆ o lucrare comunicata oral; ◆ o lucrare BDI publicata; ◆ o lucrare ISI Proceeding in curs de redactare; ◆ o participare la o manifestare tehnico-stiintifica internationala din domenii specifice proiectului; ◆ un raport de deplasare; ◆ o cerere de brevet de inventie elaborata si depusa la OSIM; ◆ raport de etapa; ◆ raport final.

Avand in vedere rezultatele obtinute in Etapa 2/2018 a proiectului, Contract 118 PED/2017 se considera indeplinite activitatile si obiectivele tehnico-stiintifice prevazute in Planul de realizare a proiectului, fiind atins **Nivelul de Maturitate Tehnologică TRL 7 - Demonstrarea funcționalității prototipului în condiții reale/relevante de funcționare.**

DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

Scopul Etapei 2/2018 a constat în elaborarea documentațiilor tehnice pentru realizarea prototipurilor de materiale de contact electric pe baza de W-Cu prin două procedee ale metalurgiei pulberilor (P-S-I și SPS) sub forma de semifabricate sinterizate și prelucrate mecanic sub forma de piese sinterizate finite cu forme complexe (contacte de arc de tip inele de protecție și varfuri de contact), realizarea și caracterizarea fizico-chimică, mecanică, tribologică, termică și electrică a prototipurilor de materiale de contact electric pe baza de W-Cu. De asemenea, a fost demonstrată funcționalitatea pieselor sinterizate finite complexe realizate sub forma de inele de protecție, prin echiparea și testarea acestora din punct de vedere al rezistenței de contact dinamice și statice în întreruptoare de medie și înaltă tensiune cu comutație în ulei mineral electroizolant. Pe baza documentațiilor tehnice elaborate, care conțin 2 specificații tehnice, 2 proceduri de lucru, 2 fișe de urmărire în execuție produse și 2 fișe tehnice de produs pentru prototipurile certificate, au fost validate tehnologiile de laborator de realizare a prototipurilor. Diseminarea rezultatelor proiectului s-a realizat pe scară largă, prin comunicarea și publicarea internațională a rezultatelor proiectului, actualizarea paginii web a proiectului și participarea la o manifestare tehnico-stiințifică internațională din domeniul specific proiectului. Protecția cunostintelor industriale s-a realizat printr-o cerere de brevet de invenție elaborată și depusă la OSIM.

Capitolul 2.1. Elaborare documentație de analiză tehnico-economică a semifabricatelor sinterizate și pieselor sinterizate finite complexe realizate și selectarea tehnologiilor potrivite de realizare a acestora, funcție de caracteristicile tehnice performante și de prețul de producție

În urma analizei tehnico-stiințifice a rezultatelor obținute în Etapa 1/2017 a proiectului PED HPERSINT, Contract 118 PED/2017, s-a constatat faptul că materialele compozite sinterizate pe baza de W-Cu elaborate în cadrul proiectului prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) și prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) prezintă atât caracteristici mecanice superioare, cât și caracteristici fizico-chimice care corespund criteriilor impuse materialelor de contact electric pe bază de W-Cu în standardele în vigoare și care sunt comparabile cu cele ale materialelor de contact realizate pe plan internațional pentru aparatura electrică de medie și înaltă tensiune cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆ [2.1]-[2.3].

Devizele pentru prețul de producție/buc piese de contact realizate prin procedeele P-S-I și SPS sunt prezentate detaliat în RST la Etapa 2/2018 a Contractului 118 PED/2017 anexat pe site-ul UEFISCDI EVoC de raportare a proiectului.

De aceea, s-a considerat oportună realizarea și certificarea prototipurilor de materiale compozite pe baza de W-Cu prin ambele procedee (P-S-I și SPS), având în vedere faptul că nu sunt diferențe foarte mari între prețurile de producție, calculate pentru obținerea unui lot de 16 buc. de piese de contact. De asemenea, pentru loturi mai mici decât 8 buc. de piese de contact, consumul energetic al instalației SPS este mai mic decât cel al cuptorului de tratament termic utilizat în procedeul P-S-I, datorită duratelor mici de procesare a materialelor prin SPS, de maxim 1 ora/buc.

Capitolul 2.2. Elaborare specificații tehnice și fișe de produs semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe

În cadrul activității A.2.2, coordonatorul proiectului - CO, prin Directorul de proiect, Dr. Ing. Magdalena-Valentina Lungu a elaborat două specificații tehnice (ST):

- (1) ST 123/14.06.2018 “Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune”;
- (2) ST 124/14.06.2018 “Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune”.

Cele doua ST-uri au fost discutate in sedinta din data de 14.06.2018 (PV nr. 2356/14.06.2018 de discutare ST 123/14.06.2018 si PV nr. 2358/14.06.2018 de discutare ST 124/14.06.2018) si aprobate de catre membrii comisiilor de discutare si aprobare a ST-urilor mentionate mai sus (PV nr. 2356/14.06.2018 de aprobare ST 123/14.06.2018 si PV nr. 2359/14.06.2018 de aprobare ST 124/14.06.2018). Componenta comisiilor de discutare si aprobare a acestor ST-uri a fost stabilita prin Deciziile INCDIE ICPE-CA nr. 77/23.04.2018 si 78/23.04.2018). Comisiile de discutare si aprobare a ST-urilor au fost constituite din Dr. Ing., CS I, Enescu Elena (Presedinte, Director tehnic INCDIE ICPE-CA), Dr. Ing., CS I, Lucaci Mariana (Vicepresedinte, Sef DMAv, INCDIE ICPE-CA), Dr. Ing. CS I, Alecu Georgeta (Sef birou Management Integrat Calitate-Mediu, INCDIE ICPE-CA), Ing. Dimitriu Daniela (Responsabil Standardizare, INCDIE ICPE-CA), Dr. Ing., IDT I, Ilie Cristinel (Responsabil CTC, INCDIE ICPE-CA), Dr. Ing., CS I, Lungu Magdalena Valentina (Director de proiect C118 PED/2017, DMAv, INCDIE ICPE-CA), specialisti ai INCDIE ICPE-CA responsabili cu diverse operatii din cadrul procedeelelor de realizare materiale de contact pe baza de W-Cu si responsabili cu testele si analizele specificate in ST-uri (Dr. Fiz., CS II, Patroi Delia, Dr. Fiz, CS III, Sbarcea Gabriela, Ing., IDT I, Mitrea Sorina, Dr. Ing., CS III, Manta Eugen, Dr. Ing., CS, Cirstea Diana, Dr. Ing., CS III, Ion Ioana, Ing., IDT I, Stancu Nicolae, Dr. Ing., CS III, Dorinel Talpeanu, Ing., CS, Bratulescu Alexandra, Drd. Ing., ACS, Marin Mihai) si reprezentanti ai partenerului proiectului si a potentialilor beneficiari: Ing. Godeanu Petrisor, Responsabil de proiect Contract 118 PED/2017, Director general SC MAIRA MONTAJ SRL si Ing. Melnic Constantin, Director executiv SC MAIRA MONTAJ SRL.

Documentele mentionate mai sus (ST-uri si PV-uri) sunt incluse in dosarele de certificare prototipuri de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune.

Fisele tehnice de produs sunt prezentate in Fig. 2.1. si Fig. 2.2.

Capitolul 2.3. Realizarea prototipurilor de semifabricate sinterizate si piese sinterizate finite

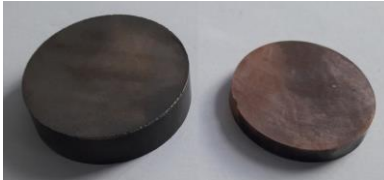
Prototipurile de materiale de contact electric pe bază de W-Cu (MC W-Cu sau MC W-Cu-Ni) realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune au fost receptionate de catre membrii comisiilor de certificare, conform PV de receptie a executiei prototipurilor MC W-Cu sau MC W-Cu-Ni (P-S-I) nr. 2357/14.06.2018 si PV de receptie a executiei prototipurilor MC W-Cu sau MC W-Cu-Ni (SPS) nr. 2360/14.06.2018.

Prototipurile de MC W-Cu sau MC W-Cu-Ni realizate prin procedeul P-S-I, respectiv procedeul SPS au fost fabricate conform documentației de execuție, respectiv a procedurilor de lucru (PL) elaborate in cadrul dosarelor de certificare prototipuri, insotite de fisa de urmarire in executie a produselor (FU) si anume:

(1) PL-MAv-41 din 15.06.2018 - Procedura de lucru elaborare materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune, insotita de FU-MAv-41;

(2) PL-MAv-42 din 15.06.2018 - Procedura de lucru elaborare materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune, insotita de FU-MAv-42.

- Au fost realizate 4 prototipuri (cate 3 buc pentru fiecare prototip) de semifabricate cilindrice sinterizate din W-Cu 75-25 (P-S-I), W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I), W-Cu 75-25 (SPS) si W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS), cu diametrul de 50 mm si inaltimea de 6 mm, din care s-au fabricat 4 prototipuri de inele de protectie, fiind validata functionalitatea acestora;
- Au fost realizate 6 repere diferite de piese sinterizate finite complexe pe baza de W-Cu sub forma de inele de protectie (3 repere diferite) si varfuri de contact (3 repere diferite) pentru utilizari in intreruptoare de medie si inalta tensiune cu comutatie in ulei mineral electroizolant sau gaz SF6.



FIȘĂ TEHNICĂ

Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune

Descriere produs: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu sau W-Cu-Ni cu un conținut de 62...82 % masice W, 18...38 % masice Cu și 0...2 % masice sunt realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) sub formă cilindrică, cu diametrul de 20...70 mm și înălțimea de 6...20 mm, care se prelucrează mecanic conform desenelor de execuție, la formele și dimensiunile dorite, pentru obținerea contactelor electrice de arc de tip inele de protecție și vârfuri de contact destinate echipării aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

Caracteristici tehnice	Valori impuse in ST 123/14.06.2018	Metode de verificare
Aspectul exterior	Suprafața de contact curată, netedă, fără fisuri, adâncituri, proeminente și incluziuni de corpuri străine	vizual
Forme și dimensiuni	Materiale de contact cu formă cilindrică cu diametrul de 20...70 mm și înălțimea de 6...20 mm, care se prelucrează mecanic sub formă de contacte electrice de arc (inele de protecție și vârfuri de contact) și dimensiuni conform desenelor de execuție	șubler cu precizie de 0,1 mm
Compoziția chimică	W: 62...82 % masice Cu: 18...38 % masice Ni: 0...2 % masice impurități: maxim 0,5 % masice	SR EN 24503:1998 PI-18 INC DIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015 IL-I-18 INC DIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015
Densitatea	Minim 13,2 g/cm ³	SR EN ISO 3369:2010 ver.eng
Duritatea Vickers (HV2/15)	Minim 135	SR EN ISO 6507-1:2006, Partea 1, Partea 4 PI-1 INC DIE ICPE-CA, Ed.6, act.0/02.2015 IL-I-01 INC DIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015
Difuzivitatea termică la 25°C	Minim 35 mm ² /s	ASTM E1461-13 ver.eng.
Conductivitatea electrică	Minim 10 m/Ω·mm ²	ASTM E1004-17 ver.eng.
Rezistența de contact statică (R _s) și dinamică (R _d) și timpul până la atingerea valorii R _s	Rezistența de contact statică: maxim 2 mΩ Timp/rezistența de contact dinamică: maxim 10 ms/maxim 2 mΩ	SR EN 62271-100:2009/A2:2018 ver.eng.

Domenii de utilizare: industria electrotehnică

Depozitare: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) se depozitează în ambalajele originale, în încăperi închise, în următoarele condiții de mediu: temperatura minimă în timpul utilizării: -33°C, temperatura maximă în timpul utilizării: +40°C, umiditatea relativă: maxim 65 % la 20°C, gradul de agresivitate al atmosferei: condiții normale.

Ambalare: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) se ambalează în pungi de polietilenă sau cutii de carton închise, cu masa de maxim 3 kg.

Valabilitate: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) sunt garantate pentru depozitare și conservare, pe o perioadă de un an de la data fabricației, cu respectarea condițiilor de ambalare, depozitare, conservare și transport din ST 123/14.06.2018.

Fig. 2.1. Fișa tehnică a materialelor de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin procedeul P-S-I.



FIȘĂ TEHNICĂ

Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune

Descriere produs: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu sau W-Cu-Ni cu un conținut de 62...82 % masice W, 18...38 % masice Cu și 0...2 % masice Ni sunt realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) sub formă cilindrică, cu diametrul de 20...70 mm și înălțimea de 6...20 mm, care se prelucrează mecanic conform desenelor de execuție, la formele și dimensiunile dorite, pentru obținerea contactelor electrice de arc de tip inele de protecție și vârfuli de contact destinate echipării aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

Caracteristici tehnice	Valori impuse în ST 124/14.06.2018	Metode de verificare
Aspectul exterior	Suprafața de contact curată, netedă, fără fisuri, adâncituri, proeminențe și incluziuni de corpuri străine	vizual
Forme și dimensiuni	Materiale de contact cu formă cilindrică cu diametrul de 20...70 mm și înălțimea de 6...20 mm, care se prelucrează mecanic sub formă de contacte electrice de arc (inele de protecție și vârfuli de contact) și dimensiuni conform desenelor de execuție	șubler cu precizie de 0,1 mm
Compoziția chimică	W: 62...82 % masice Cu: 18...38 % masice Ni: 0...2 % masice impurități: maxim 0,5 % masice	SR EN 24503:1998 PI-18 INCDIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015 IL-I-18 INCDIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015
Densitatea	Minim 13,8 g/cm ³	SR EN ISO 3369:2010 ver.eng.
Duritatea Vickers (HV2/15)	Minim 140	SR EN ISO 6507-1:2006, Partea 1, Partea 4 PI-1 INCDIE ICPE-CA, Ed.6, act.0/02.2015 IL-I-01 INCDIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015
Difuzivitatea termică la 25°C	Minim 37 mm ² /s	ASTM E1461-13 ver.eng.
Conductivitatea electrică	Minim 11 m/Ω·mm ²	ASTM E1004-17 ver.eng.
Rezistența de contact statică (R _s) și dinamică (R _d) și timpul până la atingerea valorii R _s	Rezistența de contact statică: maxim 2 mΩ Timp/rezistența de contact dinamică: maxim 10 ms/maxim 2 mΩ	SR EN 62271-100:2009/A2:2018 ver.eng.

Domenii de utilizare: industria electrotehnică

Depozitare: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) se depozitează în ambalajele originale, în încăperi închise, în următoarele condiții de mediu: temperatura minimă în timpul utilizării: -33°C, temperatura maximă în timpul utilizării: +40°C, umiditatea relativă: maxim 65 % la 20°C, gradul de agresivitate al atmosferei: condiții normale.

Ambalare: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) se ambalează în pungi de polietilenă sau cutii de carton închise, cu masa de maxim 3 kg.

Valabilitate: Materialele de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) sunt garantate pentru depozitare și conservare, pe o perioadă de un an de la data fabricației, cu respectarea condițiilor de ambalare, depozitare, conservare și transport din ST 124/14.06.2018.

Fig. 2.2. Fișa tehnică a materialelor de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin procedeul SPS.

In Fig. 2.3.-Fig. 2.5. se prezinta aspectul probelor de prototipuri de semifabricate cilindrice si de piese finite complexe din materiale compozite sinterizate pe baza de W-Cu, realizate conform desenelor de executie elaborate de partenerii proiectului: INCDIE ICPE-CA si SC MAIRA MONTAJ SRL.

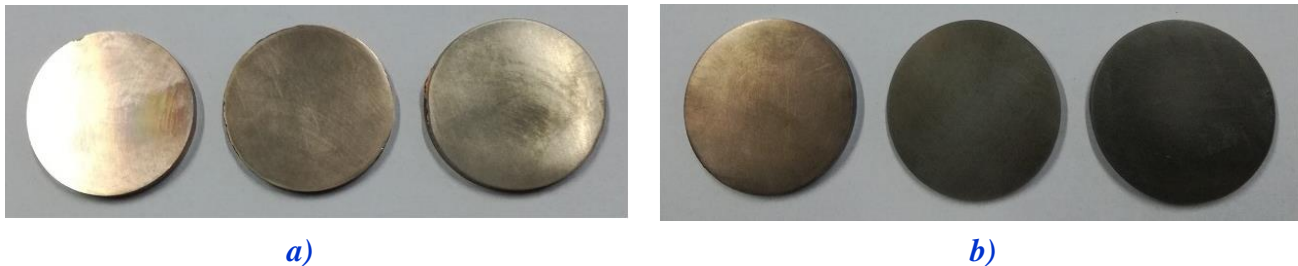


Fig. 2.3. Aspectul prototipurilor de materiale compozite sinterizate din W-Cu 75-25, cu diametrul de 50 mm si inaltimea de 6 mm obtinute prin (a) procedeul P-S-I si (b) procedeul SPS, realizate conform desenelor de executie elaborate de INCDIE ICPE-CA.



Fig. 2.4. Aspectul pieselor finite de tip varfuri de contact din materiale compozite sinterizate pe baza de W-Cu, realizate conform desenelor de executie elaborate de SC MAIRA MONTAJ SRL.



Fig. 2.5. Aspectul pieselor finite de tip inele de protectie din materiale compozite sinterizate pe baza de W-Cu, realizate conform desenelor de executie elaborate de SC MAIRA MONTAJ SRL.

Condițiile de mediu pentru transport, depozitare și conservare a produselor elaborate sunt următoarele: zona climatică: N si categoria de exploatare: 3, conform SR EN 60721-2-1:2014 [2.4]; temperatura: -33 °C ...+40 °C si umiditatea relativă: maxim 65 % la 20 °C, conform SR EN 60721-3-1:2004 [2.5].

Capitolul 2.4. Caracterizarea fizico-chimica, microstructurala, mecanica, tribologica, termica si electrica a prototipurilor de piese sinterizate, conform metodelor descrise in etapa de cercetare industriala

Determinarea caracteristicilor tehnice ale prototipurilor s-a efectuat conform standardelor in vigoare si a standardelor tehnice ST 123/14.06.2018 si ST 124/14.06.2 pe un număr de cate trei produse de semifabricate cilindrice sinterizate cu diametrul de 50 mm si inaltimea 6 mm, codificate MC W-Cu 75-25 (P-S-I), MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I), MC W-Cu 75-25 (SPS) si MC W-Cu-Ni

75-24-1 (SPS) și/sau eșantioane cu diametrul de 12,6-12,7 mm și înălțimea 3-3,1 mm prelevate din materialele de contact electric sinterizate pe bază de W-Cu și/sau piese cu forma complexă (PC), prelucrate mecanic din semifabricatele cilindrice sinterizate, conform desenelor de execuție, codificate MC W-Cu 75-25 (P-S-I) - PC, MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I) - PC, MC W-Cu 75-25 (SPS) - PC și MC W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS) - PC.

2.4.1. Verificarea aspectului exterior

Modul de lucru și rezultatele obținute în urma verificării aspectului exterior sunt prezentate în **Rapoartele de încercări INCDIE ICPE-CA nr. 1b/15.06.2018 și 2b/15.06.2018**, corespunzând condiției impuse în ST 123/14.06.2018, pct. 2.1., respectiv ST 124/14.06.2018, pct. 2.1.

2.4.2. Verificarea formei și dimensiunilor

Modul de lucru și rezultatele obținute în urma verificării formei și dimensiunilor sunt prezentate în **Rapoartele de încercări INCDIE ICPE-CA nr. 1b/15.06.2018 și 2b/15.06.2018**, corespunzând condiției impuse în ST 123/14.06.2018, pct. 2.2., respectiv ST 124/14.06.2018, pct. 2.2.

2.4.3. Verificarea compoziției chimice

Modul de lucru [2.6]-[2.8] și rezultatele obținute în urma verificării compoziției chimice sunt prezentate în **Rapoartele de încercări INCDIE ICPE-CA nr. 8/18.06.2018 și 9/18.06.2018**.

Rezultatele obținute pe prototipurile de materiale de contact electric pe baza de W-Cu analizate sunt în concordanță cu cerința ST 123/14.06.2018, pct. 2.3 și ST 124/14.06.2018, pct. 2.3 privind compoziția chimică.

2.4.4. Verificarea densității

Modul de lucru [2.9] și rezultatele obținute în urma verificării densității sunt prezentate în **Rapoartele de încercări INCDIE ICPE-CA nr. 3b/15.06.2018 și 4b/15.06.2018**, corespunzând condiției impuse în ST 123/14.06.2018, pct. 2.4., respectiv ST 124/14.06.2018, pct. 2.4.

2.4.5. Verificarea microstructurii

Mod de lucru: Microstructura esantioanelor de materiale compozite sinterizate pe baza de W-Cu, prelevate din probele de prototipuri realizate prin procedeul P-S-I, respectiv prin procedeul SPS, înglobate în prealabil în rășină și slefuite cu suspensie de alumina fină, a fost analizată microscopie electronică de baleiaj (SEM) cu o stație de lucru de tip Auriga FESEM-FIB (Carl Zeiss, Germania).

Rezultate obținute

Fig. 2.6-Fig. 2.9. prezintă imaginile SEM ale prototipurilor de materiale compozite sinterizate analizate.

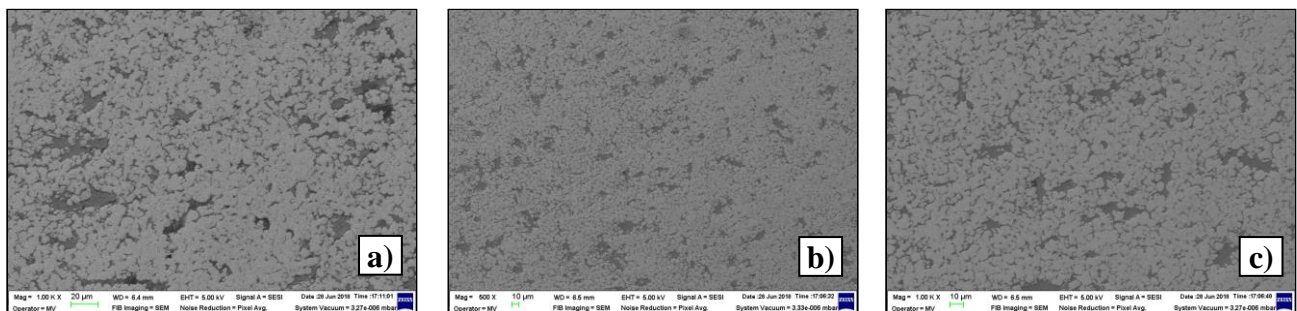


Fig. 2.6. Imagini SEM ale prototipurilor de materiale compozite sinterizate MC W-Cu-Ni 75-25 (P-S-I): a) proba 1, b) proba 2, c) proba 3.

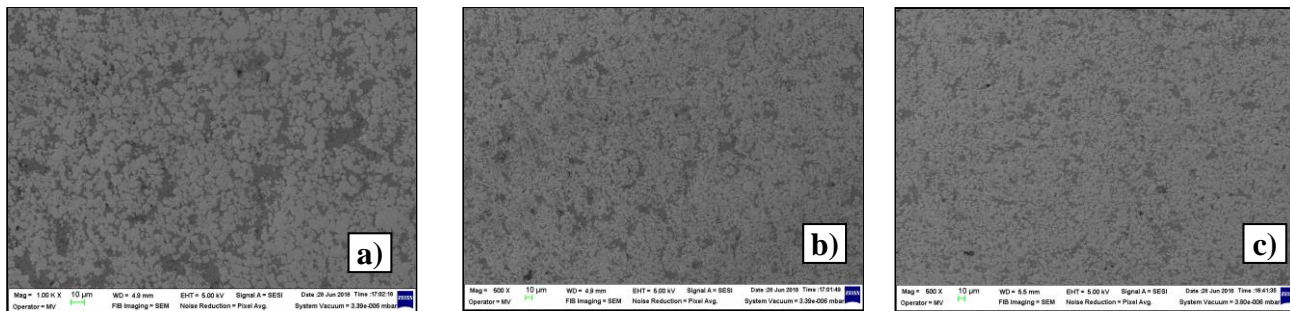


Fig. 2.7. Imagini SEM ale prototipurilor de materiale compozite sinterizate MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I): a) proba 1, b) proba 2, c) proba 3.

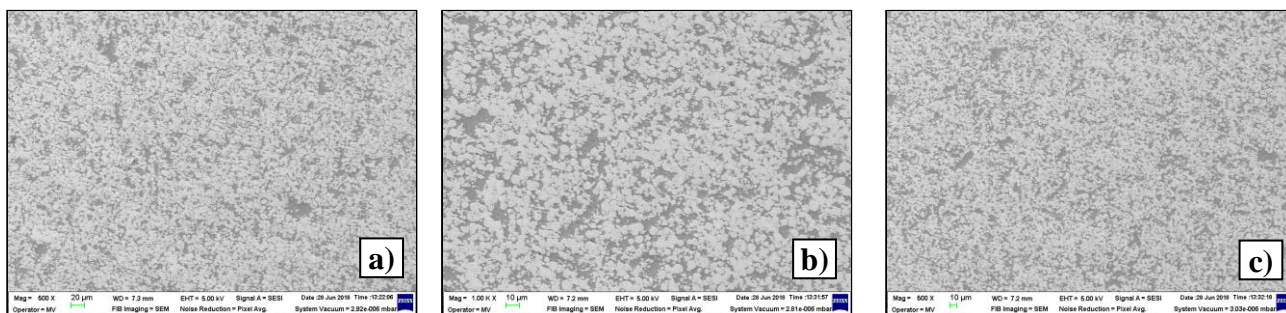


Fig. 2.8. Imagini SEM ale prototipurilor de materiale compozite sinterizate MC W-Cu-Ni 75-25 (SPS): a) proba 1, b) proba 2, c) proba 3.

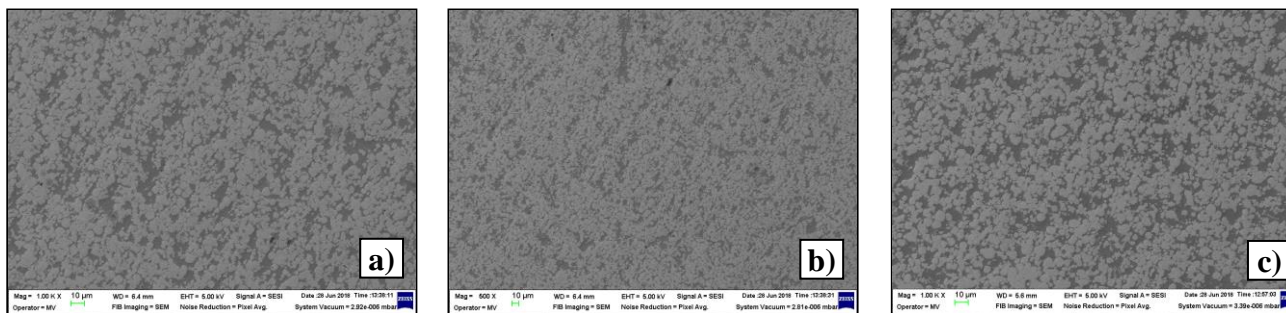


Fig. 2.9. Imagini SEM ale prototipurilor de materiale compozite sinterizate MC W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS): a) proba 1, b) proba 2, c) proba 3.

Imaginile SEM ale prototipurilor de materiale compozite sinterizate MC W-Cu 75-25 (P-S-I), MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I), MC W-Cu 75-25 (SPS) și MC W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS) analizate au relevat microstructura omogena a materialelor de contact electric, indiferent de procedeul de obtinere a materialelor compozite sinterizate.

2.4.6. Determinarea durtății Vickers

Modul de lucru [2.10]-[2.13] și rezultatele obținute în urma verificării durtății Vickers HV2/15 sunt prezentate în **Rapoartele de încercări INCIE ICPE-CA nr. 6/18.06.2018 și 7/18.06.2018.**

Valorile durtății pentru probele testate au corespuns condiției impuse în ST 123/14.06.2018, pct. 2.5. și ST 124/14.06.2018, pct. 2.5.

2.4.7. Determinarea caracteristicilor tribologice

Mod de lucru: Coeficientul de frecare (μ) la alunecare și viteza specifică de uzură a probei testate s-au determinat conform ASTM G99-17 [2.14] și ASTM G133-95 [2.15] pe probe de prototipuri de materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS), cu forma cilindrică cu diametrul de 50 mm și înălțimea de 6 mm.

Aparatura folosita si conditii de incercare:

- Tribometru de tip bila-pe-disc echipat cu modul rotativ (CSM Instruments, Elvetia);
- Conditii de incercare: lubrifiere umeda, in ulei mineral naftenic electroizolant (Prista Trafo A), sarcina normala (F_n) de 30 N, partener static bilă din otel 100Cr6 cu diametrul de 6 mm, viteza liniara constanta de 8 cm/s, raza de alunecare de 15 mm si distanta de alunecare de 400 m.
- Conditii de mediu in timpul incercarilor: $T_{\text{aer}} = 30 \pm 2^\circ\text{C}$, $U_{\text{relativa a aerului}} = 32 \pm 2 \%$.

Rezultate obtinute in urma testelor tribologice:

Tabelul 2.21 prezinta valorile coeficientului de frecare (in conditii de lubrifiere umeda) si a vitezei specifice de uzura pentru probele de prototipuri de materiale de contact electric pe baza de W-Cu testate tribologic.

Tabelul 2.21. Valorile coeficientului de frecare si ale vitezei specifice de uzura pentru probele de prototipuri de materiale de contact electric pe baza de W-Cu testate tribologic in ulei mineral.

Denumire proba	Valoare coeficient de frecare (μ)			Valoare aria urmei de uzura a probei [μm^2]	Valoare viteza specifica de uzura a probei [$\text{mm}^3/(\text{Nm})$]
	μ_{minim}	μ_{maxim}	$\mu_{\text{mediu}} \pm \text{dev.std.}$		
MC W-Cu 75-25 (P-S-I) proba 1	0,088	0,185	0,164±0,006	386,66	3,04 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu 75-25 (P-S-I) proba 2	0,087	0,155	0,148±0,004	325,65	2,56 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu 75-25 (P-S-I) proba 3	0,001	0,149	0,143±0,004	263,14	2,07 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I) proba 1	0,131	0,156	0,153±0,001	131,31	1,03 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I) proba 2	0,128	0,179	0,134±0,002	132,85	1,04 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I) proba 3	0,003	0,147	0,144±0,003	133,66	1,05 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu 75-25 (SPS) proba 1	0,001	0,158	0,149±0,003	368,11	2,89 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu 75-25 (SPS) proba 2	0,001	0,164	0,157±0,005	317,02	2,49 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu 75-25 (SPS) proba 3	0,134	0,169	0,152±0,002	396,57	3,11 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS) proba 1	0,134	0,203	0,141±0,002	205,71	1,62 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS) proba 2	0,051	0,156	0,150±0,003	269,41	2,12 x 10 ⁻⁶
MC W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS) proba 3	0,001	0,154	0,150±0,002	224,24	1,76 x 10 ⁻⁶

Rezultatele testelor tribologice au relevat valori ale coeficientului de frecare mediu incluse in intervalul 0,132-0,170 si ale vitezei specifice de uzura de maxim 3,11 x 10⁻⁶ mm³/(Nm), valori care confirma un bun comportament tribologic al materialelor de contact pe baza de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS).

2.4.8. Determinarea difuzivității termice la 25 °C

Modul de lucru [2.16] si rezultatele obținute in urma verificarii difuzivității termice la 25°C sunt prezentate in ***Rapoartele de incercari INCDIE ICPE-CA nr. 5b/15.06.2018 si 6b/15.06.2018.***

Valorile difuzivității termice la 25°C pentru probele de prototipuri analizate au corespuns conditiei impuse in ST 123/14.06.2018, pct. 2.6. si ST 124/14.06.2018, pct. 2.6.

2.4.9. Verificarea conductivității electrice

Modul de lucru [2.17] si rezultatele obținute in urma verificarii conductivitatii electrice sunt prezentate in ***Rapoartele de incercari INCDIE ICPE-CA nr. 4/15.06.2018 si 5/15.06.2018.***

Valorile conductivitatii electrice pentru probele de prototipuri analizate au corespuns conditiei impuse in ST 123/14.06.2018, pct. 2.7 si ST 124/14.06.2018.

2.4.10. Verificarea rezistenței de contact statice (R_s) și dinamice (R_d) și a timpului până la atingerea valorii R_s

Modul de lucru [2.18] și rezultatele obținute în urma verificării rezistenței de contact statică (R_s) și dinamică (R_d) și timpul până la atingerea valorii R_s sunt prezentate în **Rapoartele de încercări SC MAIRA MONTAJ SRL Nr. CT1323 /20.06.2018 și CT1324/20.06.2018.**

Mentionăm ca verificările R_s și t/R_d s-au făcut în condiții reale de exploatare, pe prototipuri de piese de contact (PC) cu forma complexă de tip inele de protecție obținute prin prelucrări mecanice conform desenelor de execuție din materiale de contact pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I), respectiv prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) sub formă cilindrică cu diametrul de 50 mm și înălțimea de 6 mm, care au fost montate în aparate de comutație de medie tensiune (întreruptoare de tip IO 24 kV) cu comutație în ulei mineral electroizolant.

Valorile R_s și t/R_d pentru probele de prototipuri testate au corespuns condiției impuse în ST 123/14.06.2018, pct. 2.8. și ST 124/14.06.2018, pct. 2.8.

Capitolul 2.5. Elaborarea documentației tehnice de validare a tehnologiei de laborator pentru realizare semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe

În cadrul activității A.2.5. au fost elaborate 2 tehnologii de laborator care au fost validate prin documentații tehnice (DT) de validare a tehnologiilor de laborator pentru realizare semifabricate sinterizate și piese sinterizate finite complexe, fiind întocmite 2 dosare de certificare produse.

Documentația tehnică DT1 pentru certificarea produselor “**Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin presare, sinterizare și infiltrare (P-S-I) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune**” conține următoarele documente:

- DT1.1. Specificația Tehnică ST 123/14.06.2018;
- DT1.2. Proces verbal nr. 2356/14.06.2018 de discutare ST 123/14.06.2018;
- DT1.3. Proces verbal nr. 2356/14.06.2018 de aprobare ST 123/14.06.2018;
- DT1.4. Documentația de execuție prototipuri (Procedura de lucru PL-MAv-41/15.06.2018 și Fișa de urmărire în execuție a produselor, cod fișă FU-MAv-41);
- DT1.5. Proces verbal de recepție a execuției prototipurilor nr. 2357/14.06.2018;
- DT1.6. Rapoarte de încercări de tip;
- DT1.7. Fișa sintetică comparativă de nivele de calitate;
- DT1.8. Instrucțiuni de transport, utilizare, depozitare și mentenanță;
- DT1.9. Fișa tehnică produse;
- DT1.10. Referat numire Comisie de certificare prototipuri nr. 1564/20.04.2018;
- DT1.11. Decizia privind Comisia de certificare prototipuri nr. 77/23.04.2018;
- DT1.12. Procesul verbal de certificare prototipuri nr. 50/20.06.2018.

Documentația tehnică DT2 pentru certificarea produselor “**Materiale de contact electric pe bază de W-Cu realizate prin sinterizare în plasmă de scânteie (SPS) pentru echiparea aparatelor de comutație de medie și înaltă tensiune**” conține următoarele documente:

- DT2.1. Specificația Tehnică ST 124/14.06.2018;
- DT2.2. Proces verbal nr. 2358/14.06.2018 de discutare ST 124/14.06.2018;
- DT2.3. Proces verbal nr. 2359/14.06.2018 de aprobare ST 124/14.06.2018;
- DT2.4. Documentația de execuție prototipuri (Procedura de lucru PL-MAv-42/15.06.2018 și Fișa de urmărire în execuție a produselor, cod fișă FU-MAv-42);
- DT2.5. Proces verbal de recepție a execuției prototipurilor nr. 2360/14.06.2018;
- DT2.6. Rapoarte de încercări de tip;
- DT2.7. Fișa sintetică comparativă de nivele de calitate;
- DT2.8. Instrucțiuni de transport, utilizare, depozitare și mentenanță;
- DT2.9. Fișa tehnică produse;
- DT2.10. Referat numire Comisie de certificare prototipuri nr. 1568/20.04.2018;
- DT2.11. Decizia privind Comisia de certificare prototipuri nr. 78/23.04.2018;
- DT2.12. Procesul verbal de certificare prototipuri nr. 50/20.06.2018.

Documentele DT1.1., DT1.4., DT1.6., DT2.1., DT2.4. și DT2.6. sunt documente confidențiale.

Capitolul 2.6. Diseminarea rezultatelor proiectului prin crearea si actualizarea paginii web a proiectului, comunicarea si publicarea nationala sau internationala a rezultatelor proiectului

In vederea diseminarii pe scara larga a rezultatelor proiectului PED HPERISINT, Contract 118 PED/2017, in domeniul materialelor compozite sinterizate pe baza de W-Cu, cu aplicatii in aparate de comutatie de medie si inalta tensiune si a cresterii vizibilitatii internationale a proiectului, partenerii proiectului au realizat urmatoarele:

➤ **Comunicări:**

- (1) prezentare sub formă de **comunicare orală** (sustinuta de Dr. Ing. Magdalena Valentina Lungu) a lucrării „*High Performance Tungsten Copper Materials Produced by Spark Plasma Sintering for Using as Arcing Contacts in Power Circuit Breakers*”, autori: M.V. Lungu, E. Enescu, C.D. Cîrstea, D. Tălpeanu, P. Godeanu, G. Georgescu, M. Lucaci, M. Marin, la manifestarea internationala **4th International Workshop on Spark Plasma Sintering (SPS), 23 - 25 May 2018, Cagliari, Italy.**

➤ **articole publicate:**

- (1) M.V. Lungu, E. Enescu, M. Lucaci, C.D. Cîrstea, F. Grigore, S. Mitrea, D. Pătroi, A. Brătulescu, M. Marin, N. Stancu, P. Godeanu, „*Tribological Behavior of Arcing Contact Materials based on Copper Infiltrated Tungsten Composites*”, Proceedings of the 9th International Scientific Conference "BALTRIB 2017", eISSN 2424-5089, eISBN (PDF) 978-609-449-127-6, Vol. 1, Pages 27-33, doi: <https://doi.org/10.15544/baltrib.2017.07>, data publicarii on-line a articolului de catre Aleksandras Stulginskis University, editori: Juozas Padgurskas, Vytenis Jankauskas, Raimundas Rukuiža, Audrius Žunda: 09.01.2018, (<http://greentribology.asu.lt/index.php/Baltrib/article/view/baltrib.2017.07>).
- (2) M.V. Lungu, E. Enescu, C.D. Cîrstea, D. Tălpeanu, P. Godeanu, G. Georgescu, M. Lucaci, M. Marin, „*High Performance Tungsten Copper Materials Produced by Spark Plasma Sintering for Using as Arcing Contacts in Power Circuit Breakers*”, Book of Abstracts, ID Abstract extins: 31, Pages 1-2, data publicarii on-line a abstractului extins de catre AIDIC - The Italian Association of Chemical Engineering, Italy: 23.05.2018, <http://www.aidic.it/4thworkshop-sps/final/31lungu.pdf>

➤ **actualizarea paginii web a proiectului PED HPERISINT**

(<http://www.icpe-ca.ro/proiecte/proiecte-nationale/pn-2016-2020/hpersint/hpersint.htm>) cu Raportul tehnico-stiintific al Etapei 2/2018 care cuprinde informatii neconfidentiale despre activitatile si rezultatele proiectului.

➤ **actualizarea paginii web a proiectului PED HPERISINT pe ResearchGate**

(<https://www.researchgate.net/project/Experimental-development-of-high-performance-sintered-parts-and-validation-of-their-manufacturing-technology-for-utilization-in-medium-and-high-voltage-switching-devices>)

Protectia cunostintelor industriale s-a realizat printr-o **cerere de brevet de inventie** elaborata si depusa la OSIM, CBI nr. A/00472/27.06.2018, intitulat **Materiale compozite din wolfram-cupru-nichel și procedeu de obținere a acestora pentru realizarea de contacte electrice de arc utilizate în aparate de comutație de medie și înaltă tensiune**, autori: M.V. Lungu, E. Enescu, P. Godeanu, C. Melnic, D. Pătroi, M. Lucaci, M. Marin, A. Brătulescu.

Capitolul 2.7. Participarea la manifestari tehnico-stiintifice nationale sau internationale din domenii specifice proiectului

In cadrul activitatii A.2.7. a fost realizata in perioada 22.05.2018-26.05.2018 o participare la un eveniment stiintific international din domenii specifice proiectului - **4th International Workshop on Spark Plasma Sintering (SPS), 23 - 25 May 2018, Cagliari, Italy**, a urmatoilor specialisti din INC DIE ICPE-CA Bucuresti (CO): Dr. Ing. Magdalena Valentina Lungu, Dr. Ing. Elena Enescu si Dr. Ing. Mariana Lucaci.

Capitolul 2.8. Concluzii

În Etapa 2/2018 a proiectului, Contract nr. 118PED.2017, au fost realizate următoarele activități de cercetare industrială și de dezvoltare experimentală:

- A fost elaborată o documentație de analiză tehnico-economică a semifabricatelor sinterizate și pieselor sinterizate finite complexe realizate prin procedeul P-S-I, respectiv prin procedeul SPS;
- Au fost realizate 4 prototipuri (cate 3 buc pentru fiecare prototip) de semifabricate cilindrice sinterizate din W-Cu 75-25 (P-S-I), W-Cu-Ni 75-24-1 (P-S-I), W-Cu 75-25 (SPS) și W-Cu-Ni 75-24-1 (SPS), cu diametrul de 50 mm și înălțimea de 6 mm, din care s-au fabricat 4 prototipuri de inele de protecție, fiind validată funcționalitatea acestora în condiții reale de exploatare;
- A fost efectuată caracterizarea fizico-chimică, mecanică, tribologică, termică și electrică a probelor de prototipuri, fiind întocmite 14 rapoarte de încercări;
- Au fost realizate 6 repere diferite de piese sinterizate finite complexe pe bază de W-Cu sub forma de inele de protecție (3 repere) și varfuri de contact (3 repere) pentru utilizări în întreruptoare de medie și înaltă tensiune cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆;
- Au fost întocmite 2 dosare de certificare prototipuri (documentații tehnice), care conțin 2 specificații tehnice, 2 proceduri de lucru și fișe de urmărire în execuție produse și 2 fișe tehnice de produs pentru prototipurile certificate, fiind validate tehnologiile de laborator de realizare a prototipurilor;
- A fost publicat un articol BDI și un abstract extins cotate BDI, iar un articol este în curs de redactare pentru a fi evaluat într-un jurnal ISI Proceeding indexat în Emerging Sources Citation Index, Thomson Reuters;
- A fost realizată o participare a 3 specialiști din INCDIE ICPE-CA București (CO) la o manifestare tehnico-stiințifică internațională din domeniul specific proiectului și a fost întocmit un raport de deplasare;
- A fost realizată o comunicare orală la o manifestare internațională din domeniul specific proiectului;
- A fost elaborată și depusă la OSIM o cerere de brevet de invenție (CBI A/00472/27.06.2018);
- Au fost actualizate paginile web ale proiectului de pe site-ul CO și ResearchGate:
<http://www.icpe-ca.ro/proiecte/proiecte-nationale/pn-2016-2020/hpersint/hpersint.htm>
<https://www.researchgate.net/project/Experimental-development-of-high-performance-sintered-parts-and-validation-of-their-manufacturing-technology-for-utilization-in-medium-and-high-voltage-switching-devices>
- A fost elaborat raportul de etapă nr. 2/2018 și raportul final, în comun de către partenerii proiectului;
- A fost realizat eficient managementul și coordonarea proiectului, astfel încât au fost îndeplinite activitățile propuse cu rezultatele preconizate în Planul de realizare a proiectului.

Concluzie finală: Având în vedere rezultatele obținute în Etapa 2/2018 de realizare a proiectului, Contract 118 PED/2017, se consideră îndeplinite obiectivele tehnico-stiințifice și activitățile prevăzute în Planul de realizare a proiectului, fiind atins **Nivelul de Maturitate Tehnologică TRL 7 - Demonstrarea funcționalității prototipului în condiții reale/relevante de funcționare**, deoarece prototipurile certificate de materiale compozite și contactele de arc pe bază de W-Cu elaborate și testate funcțional în condiții reale de exploatare în întreruptoare de medie tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant, corespund criteriilor impuse materialelor de contact electric pe bază de W-Cu în standardele în vigoare și se pot folosi în aplicații practice.

Director de proiect,
 Dr. Ing. Lungu Magdalena Valentina



Bibliografie

- [2.1]. ASTM B 702-93 (2015) ver.eng., Specificație standard pentru material de contact electric din cupru-wolfram.
- [2.2]. *** Doduco, Material for High Voltage Applications Copper-Tungsten (W/Cu)
(http://www.doduco.net/media/43225/kupfer-wolfram_englisch_06-12-2016.pdf)
- [2.3]. *** Plansee, Tungsten-Copper for SF6 circuit breakers
(<https://www.plansee.com/en/products/components/electrical-contacts/tungsten-copper-wcu.html>)
- [2.4]. SR EN 60721-2-1:2014 ver.eng., Clasificarea condițiilor de mediu. Partea 2-1: Condiții de mediu prezente în natură. Temperatură și umiditate.
- [2.5]. SR EN 60721-3-1:2004 ver.eng., Clasificarea condițiilor de mediu. Partea 3: Clasificarea grupelor de agenți de mediu și a gradelor de severitate ale acestora. Secțiunea 1: Depozitare.
- [2.6]. SR EN 24503:1998 Aliaje dure sinterizate. Determinarea conținutului de elemente metalice prin fluorescență de radiații X
- [2.7]. PI-18 INCDIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015: Analiza chimică elementală prin spectrometrie cu fluorescență de raze X (XRF).
- [2.8]. IL-I-18, Ed.2, act.0/02.2015: Instrucțiune de lucru Spectrometru cu fluorescență de raze X tip S8 TIGER.
- [2.9]. SR EN ISO 3369:2010 ver.eng., Materiale metalice sinterizate impermeabile și aliaje dure sinterizate. Determinarea densității.
- [2.10]. SR EN ISO 6507-1:2006, Materiale metalice. Încercarea de duritate Vickers. Partea 1: Metoda de încercare.
- [2.11]. SR EN ISO 6507-4:2006, Materiale metalice. Încercarea de duritate Vickers. Partea 4: Tabele de valori de duritate.
- [2.12]. PI-1 INCDIE ICPE-CA, Ed.6, act.0/02.2015: Determinarea durității Vickers.
- [2.13]. IL-I-01 INCDIE ICPE-CA, Ed.2, act.0/02.2015: Instrucțiune de lucru Microdurimetru Vickers tip FM 700.
- [2.14]. ASTM G99-17, Metodă de încercare standard pentru testarea uzurii cu un aparat pin-on-disk.
- [2.15]. ASTM G133-95, Metodă de testare standard pentru determinarea uzurii prin alunecare liniară tip bila pe suprafața plană
- [2.16]. ASTM E1461-13 ver.eng., Metodă de testare standard pentru determinarea difuzivității termice prin metoda flash.
- [2.17]. ASTM E1004-17 ver.eng., Metodă de încercare standard pentru determinarea conductivității electrice utilizând metoda electromagnetică (curenți turbionari).
- [2.18]. SR EN 62271-100:2009/A2:2018 ver.eng., Aparataj de înaltă tensiune. Partea 100: Întreprătoare de putere (disjunctoare) de curent alternativ.