

RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC
(RST)

Sistem compozit inteligent cu configuratie auto-controlabila constituit din aliaje cu memoria formei / materiale magnetice amorfe incorporate in matrici elastomerice

Smart composite system with self-controlled configuration developed from shape memory/ amorphous magnetic materials in elastomeric matrices

Acronim: SMAMEM

ETAPA DE EXECUTIE NR. 1

Prepararea componentelor sistemului compozit inteligent cu configuratie auto-controlabila constituit din aliaje cu memoria formei / materiale magnetice amorfe incorporate in matrici elastomerice

REZUMATUL ETAPEI

Obiectivul principal al proiectului este dezvoltarea unui model de laborator al unui sistem complex construit din materiale compozite inteligente, cu functionalitate extinsa dedicata functionarii, detectarii si monitorizarii unui volum de fluid, a parametrilor de temperatura si de tranzitie, cum ar fi recipiente cu volum controlat, pompe hidraulice, conducte multifunctionale pentru transport complex de lichide sau chiar stenturi.

In vederea realizarii acestui obiectiv au fost definite obiective specific pentru realizarea Etapei I pentru anul 2020 a proiectului "Prepararea componentelor sistemului compozit inteligent cu configuratie auto-controlabila constituit din aliaje cu memoria formei / material magnetice amorfe incorporate in matrici elastomerice". Astfel, *au fost realizate activitatile legate de prepararea lingourilor de aliaj cu memoria formei (partener P3), tratamentul termic de omogenizare a aliajului cu memoria formei (partener P1), prepararea microfirelor magnetice amorfe (coordonator CO) si a tehnologiei de sinteza a elastomerilor (P2).*

Obiectivele specifice ale proiectului in sarcina partenerului P3, R&D Consultanta si Servicii, au fost: *obtinerea formulei compozitiei chimice a aliajului cu memoria formei; stabilirea tehnologiei de sinteza a aliajului; obtinerea lotului de test 1 din aliajul in stare turnata; obtinerea caracteristicilor chimice si structurale a aliajului in stare turnata.* Pentru atingerea obiectivelor prezentate mai sus, *RD a desfasurat activitati privind:* proiectarea compozitiei aliajului cu memoria formei; proiectarea tehnologiei de laborator pentru sinteza aliajului; experimentarea tehnologiei de sinteza a aliajului si obtinerea lotului de test 1; caracterizarea aliajului in stare turnata (din punct de vedere chimic si structural). Compozitia aliajului cu memoria formei s-a ales prin substituirea nichelului in aliajul echiatomic TiNi cu 5 % at. Cu. Astfel, compozitia rezultata este Ti-45Ni-5Cu % at., adica Ti-49,35Ni-5,94Cu % masa. Metoda de elaborare a aliajului a fost stabilita pe baza analizei proceselor fizico-chimice in stare lichida la elaborarea aliajelor cu baza titan, a proprietatilor fizico-chimice ale elementelor componente si a procedeelor de topire specifice pentru elaborarea acestor aliaje. Metoda de elaborare selectata a fost topirea in cuptor cu creuzet rece, in atmosfera inerta (argon). In cadrul acestei etape a fost proiectata si experimentata tehnologia de sinteza a aliajului (cu compozitia stabilita) in cuptorul cu creuzet rece, obtinandu-se un lot de 6 probe din aliajul TiNiCu. Aliajul in stare turnata a fost caracterizat din punct de vedere chimic (compozitia chimica rezultata fiind foarte apropiata de compozitia de calcul) si structural (structura obtinuta pentru aliajul TiNiCu, relevata prin microscopie optica, este fina, potrivita pentru procesarile termomecanice ulterioare avute in vedere in cadrul proiectului).

Obiectivul partenerului P1, Universitatea Tehnica „Gheorghe Asachi” din Iasi (UTI) a fost: *proiectarea si realizarea tratamentului termic de omogenizare a aliajului cu memoria formei.* In acest

scop, *UTI* a desfasurat urmatoarele activitati: (i) proiectarea tratamentului termic (TT) de omogenizare; (ii) aplicarea TT; (iii) analiza structurala prin microscopie optica, electronica de baleiaj si de forta atomica si (iv) determinarea micro-duritatii. TT s-a proiectat, tinand cont de tipul aliajului cu memoria formei (AMF) si compozitia lui chimica, $Ti_{50}Ni_{45}Cu_5$, ca sa inlocuiasca structura tipica bifazica de turnare cu una monofazica, cu graunti echiaxiali. Temperatura de tratament termic s-a ales de 850-900°C, stabilita pentru a asigura austenitizarea (betatizarea) aliajului. S-au aplicat patru variante de tratament termic: V1 – mentinere 1 ora a lingoului la 850°C si V2 – mentinere 2 ore a unui fragment de lingou, la 900°C in atmosfera necontrolata; V3 - mentinere 8 ore, la 850°C si V4 mentinerea unor fragmente de lingou in capsule de quart cu atmosfera controlata de argon. In toate cazurile, s-a aplicat o calire finala in apa, pentru retinerea structurii de la temperatura ridicata. Analiza structurala a evidentiat prezenta structurii bifazice, sub forma solutiilor solide pe baza de NiTi si pe baza de $Ti_2(Ni, Cu)$, a carei cantitatea a scazut odata cu cresterea temperaturii si a duratei de omogenizare. S-au obtinut valori medii de micro-duritate mai mici, fata de proba turnata, la probele omogenizate la 850°C si mai mari la cele omogenizate la 900°C.

Obiectivul coordonatorului (CO), Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Tehnica INCDFT-IFT Iasi privind *proiectarea compozitiei si prepararea microfivelor magnetice amorfe* a fost realizat prin prepararea aliajului de baza prin topire prin inductie, in atmosfera inerta, din componente de inalta puritate (Fe, Co, Si, B), prepararea de fire magnetice amorfe conventionale cu compozitia $Co_{68,18}Fe_{4,32}Si_{12,5}B_{15}$ at% cu diametre de aproximativ 100 µm prin metoda ejectiei aliajului topit in strat de apa in rotatie (INROSWAP), prepararea de fire magnetice amorfe cu compozitia $Co_{68,18}Fe_{4,32}Si_{12,5}B_{15}$ at% acoperite cu sticla cu diametre ale miezului metalic de aproximativ 20 µm prin tragerea aliajului topit in capilar de sticla utilizand metoda Taylor-Ulitovsky, aplicarea unor tratamente termice si termomecanice (tratamente termice sub influenta unor tensiuni de intandere) si caracterizarea magnetica a acestora prin metoda fluxmetrica.

Obiectivul partenerului P2, Institutul de Chimie Macromoleculara, Petru Poni”, Iasi, legat de *proiectarea tehnologiei de sinteza a elastomerilor*, a fost realizat in totalitate prin stabilirea protocoalelor de lucru pentru sinteza polidiorganosiloxanilor si a elastomerilor siliconici pe baza lor. S-au preparat cinci polimeri siloxanici de diferite mase moleculare (intre 18000 si 232000 g/mol) avand grupe functionale (Si-CH=CH₂, Si-OH, sau Si-H) pe capete sau pe lant, care sa serveasca ca puncte de reticulare pentru conversia polimerilor in elastomeri. In acelasi timp, sunt create premisele ca prezenta acestor grupe reziduale sa faciliteze compatibilizarea matricii siliconice cu aliajul cu memoria formei. Prin formularea adecvata, s-au preparat trei serii de elastomeri siliconici diferind intre ele prin modelul de reticulare care se reflecta in proprietatile mecanice si termice ale elastomerului silionic.

REZULTATELE ETAPEI 1/2020 SI GRADUL DE REALIZARE AL OBIECTIVELOR

1. Identificarea rezultatelor Etapei 1 / 2020 si gradul de realizare al obiectivelor

Denumire activitate/obiectiv	Rezultate realizate / documente de prezentare a rezultatelor / grad de realizare	Document de monitorizare in-situ
A1.1. Proiectarea compozitiei chimice a aliajului cu memoria formei. Obtinerea lotului de test 1. Caracterizarea chimica si structurala a aliajului in stare turnata	<ul style="list-style-type: none"> - Formula pentru compozitia chimica a aliajului cu memoria formei (Ti-49,35Ni-5,94Cu % masa) / Raport stiintific si tehnic (RST) / 100 %. - Tehnologie de laborator pentru sinteza aliajului in cuptor de topire cu creuzet rece (flux tehnologic, mod de lucru, parametri tehnologici) / RST / 100 %. - Lot de test 1 din aliajul in stare turnata (6 lingouri de aliaj TiNiCu, avand diametrul de 18,5 mm si lungimea de 62 – 67 mm). Probele au fost utilizate pentru caracterizari propria si pentru executia activitatilor aferente partenerilor din cadrul proiectului / RST / 100 %. - Caracteristici chimice si structurale ale aliajului TiNiCu in stare turnata / RST / 100 %. 	Informatii incluse in RST; buletine de analiza
A1.2 Proiectarea si aplicarea tratamentului termic de omogenizare a aliajului cu memoria formei	<ul style="list-style-type: none"> - Elemente elastice obtinute din lingourile de aliaj preparate de catre P3/ (RST) / 100 %. - Tehnologie de laborator pentru omogenizarea structurala / (RST) / 100 %. - Caracteristici structurale si de microduritate a elementelor elastice / (RST) / 100 %. 	Informatii incluse in RST; buletine de analiza
A1.3 Proiectarea compozitiei si prepararea microfivelor magnetice amorfe	<ul style="list-style-type: none"> - Formula pentru compozitia chimica ($Co_{68,18}Fe_{4,32}Si_{12,5}B_{15}$) a firelor magnetice amorfe/ (RST) / 100 %. - Fire magnetice amorfe conventionale / (RST) / 100 %. - Fire magnetice amorfe in invelis de sticla/ (RST) / 100 %. - Tehnologie de laborator pentru tratamente termice si termomecanice / (RST) / 100 %. 	Informatii incluse in RST; buletine de analiza
A1.4. Proiectarea tehnologiei de sinteza a Elastomerilor	<ul style="list-style-type: none"> - Tehnologia de sinteza a elastomerilor/ (RST) / 100 %. - Cinci polimeri siloxanici de diferite mase moleculare / (RST) / 100 %. - trei serii de elastomeri siliconici diferind intre ele prin modelul de reticulare / (RST) / 100 %. 	Informatii incluse in RST; baza de date
Diseminare	<p>Diseminare / Pagina web a proiectului / 100 %</p> <p>In plus a fost prezentata o Lucrare la o conferinta online</p>	Vezi mai jos

2. Diseminare:

- Pagina web a proiectului: <http://www.phys-iasi.ro/en/projects/en/smamem>
- Prezentare on-line la conferinta: "Polymer Nanocomposites for Lowering Heating and Cooling Loads in Buildings", George T. Stiubianu, *The First International Conference on "Green" Polymer Materials 2020*, session Polymer Synthesis, Modification and Self-Assembly, Proceedings 2020, MDPI, 10.3390/CGPM2020-07165 (articolul pentru proceeding este in evaluare).