

Contractor : INCDIE ICPE-CA
Cod fiscal : RO13827850

RAPORT ANUAL DE ACTIVITATE
privind desfășurarea programului nucleu
(Inginerie electrica pentru cresterea competitivitatii economiei romanesti,
prin inovare "EFICIENT" cod PN 16 11/2016)
anul 2016

Durata programului: 2 ani

Data începerii: 2016

Data finalizării: 2017

1.Scopul programului: Dezvoltare de sisteme, echipamente, dispozitive si materiale specifice ingineriei electrice pentru cresterea competitivitatii economiei romanesti prin inovare.

2.Modul de derulare al programului:

2.1.Descrierea activităților (utilizând și informațiile din rapoartele de fază, Anexa nr. 9)

PN 1611 0101: SOLUȚII INOVATIVE DE ROTOARE EOLIENE PENTRU CRESTEREA EFICIENȚEI ENERGETICE DEZVOLTATE PRIN MODELARE LA SCARA REDUSA.

În vederea atingerii obiectivului proiectului, în cadrul **fazei I** de cercetare (**Elemente de calcul si predimensionare a turbinelor eoliene pentru sisteme contrarotative. Temă de proiect modele experimentale - ME**) s-a urmărit prezentarea și analiza elementelor de predimensionare a turbinelor eoliene pentru sisteme contrarotative și elaborarea temei de proiect a modelelor experimentale.

Turbinele eoliene contrarotative constau într-un sistem de două rotoare eoliene care se rotesc în sensuri diferite (opuse) și un generator unic, care preia (adună) turația ambelor rotoare. Rotoarele sunt montate la o anumită distanță unul față de altul și pot fi plasate ambele în fața generatorului (up-wind) sau unul în fața și celălalt în spatele generatorului electric (down-wind).

În cadrul etapei I s-a efectuat o analiză a cercetărilor din literatura de specialitate pentru a identifica stadiul dezvoltării sistemelor de turbine eoliene contrarotative și problemele teoretice și tehnice întâlnite în realizarea și utilizarea acestora.

Studiul performanței sistemelor contrarotative și a metodelor de optimizare a sistemului de turbine este abordată în numeroase lucrări [1], [2], [3], [4], [5], cercetările efectuate fiind atât numerice, cât și experimentale, realizate fie în tunele aerodinamice pe modele experimentale la scară, fie pe instalații prototip. Elemente ale metodei de abordare a studiului eficienței sistemelor de turbine contrarotative la scară redusă se regăsesc și în [4], fapt ce demonstrează actualitatea temei de cercetare și corectitudinea metodelor de studiu propuse, corespunzând obiectivului vizat. Cercetările abordează atât studiul a diferite tipuri de generatoare electrice pretabile utilizării în sisteme contrarotative (câte un generator pentru fiecare rotor [6], un singur generator electric cuplat la rotoare printr-un sistem planetar diferențial [7], sau un generator unic, cu magneți permanenți și cuplare mecanică la ambele rotoare [8]), cât și studiul profilelor aerodinamice, a condițiilor de funcționare și a performanțelor obținute. Astfel, în [9] și [10] s-au investigat numeric performanțele aerodinamice ale rotoarelor amonte și aval în vederea obținerii pentru fiecare dintre ele a puterii maxime extrase din vânt. Rezultatele simulărilor CFD efectuate pentru un model contrarotativ de 30 kW au fost validate cu date experimentale din literatură. Puterea maximă furnizată a fost precisă pentru o viteză a vântului de 14 m/s și distanța axială optimă între cele două rotoare a fost calculată ca fiind $0,65d$, unde d reprezintă diametrul rotorului amonte. În [11], [12] au fost investigate experimental efectele pozitive ale rotației relative asupra interferențelor din siajul unor modele de turbine cu rotoare contrarotative față de cazul unora cu rotor unic, de același diametru. De asemenea, s-a studiat influența distanței dintre două turbine consecutive. Datorită interferențelor din siaj, puterea celei de a doua turbine s-a identificat ca fiind 55-70% din puterea turbinei amonte.

Alte studii [13], [14], [15], [16] au abordat elemente de similitudine necesare realizării la scară a turbinelor eoliene și/sau predicției comportamentului turbinelor în anumite condiții de funcționare.

În prezenta temă de cercetare, spre deosebire de experiența anterioară acumulată de echipa de cercetare [17], [18], [19], se vizează realizarea unui studiu pe modele de sisteme de turbine eoliene la scară redusă în vederea identificării soluției constructive și a modalității/condițiilor de funcționare care conferă cel mai mare grad de conversie a energiei disponibile a vântului, precum și în vederea creării premiselor determinării condițiilor de transpunere la scară reală a rezultatelor obținute pe modele reduse de turbine eoliene contrarotative.

În ceea ce privește elementele de calcul și predimensionare a turbinelor eoliene pentru sisteme contrarotative, acestea au fost prezentate și analizate. Astfel, s-au prezentat elementele de aerodinamica turbinelor eoliene, cu identificarea parametrilor definitorii în construcția rotoarelor eoliene și care influențează performanțele aerodinamice ale acestora (profil aerodinamic, coeficient de putere și de moment, rapiditate, soliditate, teoria lui Betz, acțiunea vântului asupra palei, coeficienți de portanță și de rezistență la înaintare, aerodinamica turbinelor cu ax orizontal). De asemenea, s-au prezentat elemente privind metodologia de calcul și predimensionare a turbinelor eoliene, inclusiv identificarea claselor de profile aerodinamice cele mai utilizate în cadrul instalațiilor eoliene și metode de calcul clasice ale proiectării rotoarelor eoliene axiale cu pale elicoidale, cum ar fi metode de tip element de pală-impuls pentru proiectarea rotorului eolian. În plus, s-a prezentat o metodă preliminară de calcul a parametrilor caracteristici sistemului de turbine contrarotative cu detalierea modalității de testare a modelelor experimentale de turbine individuale și în tandem contrarotativ, precum și calculele și interpretările necesare în vederea determinării parametrilor caracteristici sistemului eolian contrarotativ.

Având în vedere că scopul prezentei lucrări de cercetare constă nu numai în elaborarea și caracterizarea unor modele experimentale de microturbine eoliene contrarotative, la scară redusă, ci și de a compara și analiza concordanța între caracteristicile estimate prin procedurile de calcul cu cele obținute în cadrul unor experimente concrete, tema de proiect cuprinde următoarele secțiuni:

a) *Temă de proiect pentru modele experimentale de pale "perechi" contrarotative.* Perechile de pale contrarotative ce urmează a fi proiectate sunt supuse următoarelor cerințe și restricții: diametrul exterior al rotoarelor să nu depășească 0,66 m, pentru încadrare în spațiul util disponibil în tunelul aerodinamic și pentru evitarea efectului de perete; adoptarea unui profil NACA din seria 44 (fie 4412, 4424), ca fiind cel mai frecvent utilizat la turbine eoliene și pentru care colectivul de lucru are deja o anumită experiență; putere utilă estimată a microturbinelor individuale, la viteza de 10 m/s a curentului de aer, cuprinsă în intervalul 20 ... 45 W; raportul între cele două rotoare ale unei perechi de turbine contrarotative să se situeze în intervalul 1:1,05 ... 1:1,4, ilustrativ pentru unele construcții anterioare ale colectivului de lucru; pentru a micșora numărul de variabile care influențează performanțele sistemului de turbine, nu se va proceda la torsadarea palelor. În aceste condiții, urmărind acoperirea plajei dimensionale compatibile cu spațiul util disponibil în cadrul tunelului aerodinamic, pe de o parte și luând în considerare un diametru maximal de aproximativ 80 mm pentru subansamblul generator electric cu armături contrarotative (generator electric cu puteri de ordinul zecilor de W, la turații până la cc. 1000 rpm), pe de altă parte, stabilim prin temă că se vor proiecta 3 "perechi" de pale, cu pala aval (spate) identică, având lungimile maxime (razele) prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Lungimile maxime ale palelor sistemului contrarotativ

| Nr. crt. | Lungime pală aval, R [mm] | Lungime pală amonte, r [mm] | Raport $d/D=2r/2R$ propus prin tema de proiect [-] | Raport $d/D=2r/2R$ prevăzut [-] |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|
| 1 | 260 | 186 | 0,72 | 1:1,05 ... 1:1,4 respectiv |
| 2 | 260 | 215 | 0,83 | |
| 3 | 260 | 244 | 0,94 | 0,95 ... 0,71 |

b) *Temă de proiect pentru subansamblele de susținere a palelor pentru asamblarea perechilor de turbine contrarotative.* Subansamblele de susținere a palelor pentru cele două turbine ale perechilor contrarotative, la fiecare dintre cele 3 variante ale raportului d/D vor fi astfel proiectate încât să permită pivotarea palelor, blocarea lor la un unghi de incidență determinat și să fie compatibile cu poziționarea și fixarea turbinelor la capetele de arbore ale subansamblului generator electric.

c) *Temă de proiect pentru subansamblele independente de prindere, cu traductori integrați, pentru caracterizarea separată a turbinelor contrarotative în tunelul aerodinamic.* Subansamblele independente de prindere a turbinelor pentru caracterizarea separată a acestora vor fi astfel proiectate încât să permită fixarea la sistemul integrat

tunelului aerodinamic existent (cu frână și traductori de cuplu și turație) a fiecărei tipo-dimensiuni de turbină, precum și pivotarea-fixarea (la unghi de incidență determinat) a fiecărei pale.

d) *Temă de proiect pentru subansamblul cu generator electric (cu armături contrarotative), cu capete de arbore compatibile prinderii turbinelor și suport reglabil pentru amplasare în tunelul de vânt, inclusiv pentru modificarea distanței între cele două rotoare contrarotative.* Subansamblul cu generator electric trebuie să fie compatibil cu conversia unor puteri de ordinul zecilor de W la turații de până la 1000 rpm. Proiectul va prevedea una sau două variante (pentru a acoperi plaja de puteri) de micromașină electrică de curent continuu, tarabilă, înglobate într-o construcție care să permită rotirea independentă a celor două armături și fixarea celor două turbine contrarotative pe capete de arbore, la distanță reglabilă. Suportul subansamblului va fi compatibil cu infrastructura de poziționare și fixare a tunelului aerodinamic.

Pentru ca experimentările să fie orientate spre studiul comparativ al eficienței conversiei eolian-mecanic, cu stabilirea condițiilor de optimizare, palele și sistemul de fixare în turbine vor fi astfel proiectate încât să permită pivotarea palelor și blocarea lor la diferite valori ale unghiului de incidență.

Faza a II-a de cercetare (*Elaborare proiect și realizare modele experimentale cu $d/D=(1:1,05;1:1,4)$, cu putere individuală de 20...45W. Caracterizarea separată, precum și cu distanță fixă între rotoare a ME, folosind oportunitățile noului tunel de vânt al ICPE-CA*) a urmărit îndeplinirea a două obiective principale. *Primul obiectiv principal* este reprezentat de proiectarea și realizarea a 2 modele experimentale de turbine contrarotative cu raportul diametrelor $d/D=(1:1,05;1:1,4)$. Pentru realizarea unui ansamblu/sistem de turbine contrarotative, este necesară realizarea a două turbine eoliene individuale, cu diametre în domeniul impus prin proiect. Rezultă astfel necesitatea realizării a minim 3 modele experimentale individuale de turbine eoliene. Cel de *al doilea obiectiv principal* este reprezentat de testarea modelelor experimentale realizate, utilizând tunelul de vânt aflat în dotarea INCDIE ICPE-CA.

În cadrul etapei s-au identificat și prezentat parametrii importanți în proiectarea palelor de turbine eoliene, și anume profilul aerodinamic, coeficientul de putere și rapiditatea [20].

S-a optat pentru varianta constructivă de sistem de turbine contrarotative cu turbina față de diametru mai mic și turbina spate de diametru mai mare. Astfel, s-a stabilit să se proiecteze și realizeze un singur rotor spate, având dimensiunea maximă a diametrului rotorului de 620 mm (din care 100 mm butucul rotoric) și pentru rotoarele față (minim două) să se varieze dimensiunea după cum urmează: 588 mm, 530 mm, respectiv 472 mm.

În vederea proiectării modelelor experimentale de turbine contrarotative, s-au analizat mai multe tipuri de profile aerodinamice. Cu ajutorul programului de calculare și simulare *open access* QBlade s-au analizat următoarele profile NACA cu coardă de 40 mm: 4406, 4412, 4424, 9412, 9912. Concluziile rezultate în urma analizei profilelor au condus la selectarea în vederea analizării aprofundate a performanțelor profilelor NACA 4412 și NACA 9424, pentru care s-a considerat o coardă dublă, și anume 80 mm.

Tabelul 2. C_p maxim pentru cele două profile NACA selectate și coardă de 80 mm

| Nr. crt. | Tip profil | C_p [-] | Unghi de așezare [°] | n la C_p maxim [rpm] |
|----------|------------|-----------|----------------------|------------------------|
| 1 | NACA 4412 | 0,337 | -12,8 | 1000 |
| 2 | NACA 4412 | 0,337 | -14 | 600 |
| 3 | NACA 9424 | 0,340 | -14,8 | 600 |

Ca urmare a analizei efectuate, a rezultat că eficiența profilului NACA 4412, exprimată prin coeficientul de putere C_p , este superioară celei a profilului NACA 9424. Astfel, s-a selectat pentru studiu și optimizare profilul NACA 4412.

În literatura de specialitate [21], [22] referitoare la turbine eoliene cu funcționare în regim lent, se precizează că pentru valori $\lambda \leq 3$ crește soliditatea (fie prin mărirea numărului de pale, fie prin mărirea coardei profilului), iar influența aerodinamicii palelor este minimă, putându-se alege chiar plăci curbate în locul unor profile aerodinamice pentru palele rotorice. Având în vedere atât concluziile din literatura de specialitate, cât și cele rezultate în urma cercetărilor desfășurate în cadrul acestei etape, în scopul obținerii unor modele de turbine eoliene cu caracteristicile propuse în schema de realizare, și pentru o mai bună interpretare și analiză a rezultatelor, s-au proiectat 4 perechi de pale.

Având în vedere că scopul final al cercetării este realizarea unui sistem contrarotativ de turbine, pentru ca pala spate să se rotească în sens opus palei față, după proiectarea palei spate și identificarea unghiului optim de așezare, aceasta a fost întoarsă "în oglindă".

Aspectul palei selectate pentru realizarea modelelor experimentale de turbine eoliene este prezentat în fig. 1. Pala are un profil NACA 4412, o coardă constantă de 80 mm (cu excepția periferiei, unde, din motive aerodinamice și mecanice, profilul este rotunjit, iar dimensiunea cozii scade gradual); de asemenea, profilul este netorsadat.

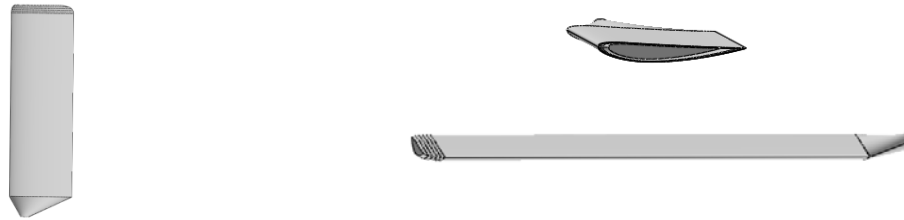


Fig. 1. Profilul NACA 4412 cu coardă de 80 mm, netorsadat

În conformitate cu informațiile specificate în propunerea de proiect, palele modelelor experimentale de turbine eoliene s-au realizat prin imprimare 3D, utilizând imprimanta Fortus 360 mc large, aflată în dotarea ICPE-CA.

Pentru realizarea palelor și a conului turbinelor ansamblului contrarotator s-a utilizat materialul plastic ABS, care are o rezistență la rupere de 36 Mpa. În vederea eficientizării procesului de printare (durată scăzută a imprimării efective) și a minimizării costurilor (consum relativ scăzut de ABS și de energie electrică), s-a ales ca palele să aibă un strat exterior plin, cu grosime de 1,2-1,5 mm (realizat din 4 straturi) și o structură pătratică țesută în interior.

În scopul creșterii rezistenței palelor, pe o distanță de aproximativ 30% din lungimea acestora, s-au introdus tije metalice zincate. În figurile 2 ÷ 4 se prezintă etape ale realizării și prelucrării palelor din ABS.



Fig. 2. Pale imprimate în camera de lucru a imprimantei



Fig. 3. Dezlipirea palelor de pe materialul suport

Pe lângă palele rotorice ale modelelor experimentale de turbine eoliene, s-au realizat și ale componente precum: butuc, con rotoric, subansamble mecanice de prindere etc.



Fig. 7. Tunelul aerodinamic al INCDIE ICPE-CA

Având în vedere că fiecare model experimental (ME) de turbină eoliană este proiectat să aibă punctul nominal de funcționare la o viteză a vântului de 10 m/s, vitezele pentru care s-a efectuat testarea fiecărui ME în tunelul aerodinamic (fig. 7) au fost cuprinse între 9 și 12 m/s.



Fig. 8. Testarea modelelor experimentale în tunelul aerodinamic

Prin utilizarea sistemului de încărcare mecanică (frâna), s-au obținut valorile cuplului corespunzător fiecărei viteze a vântului, respectiv a încărcării. Valorile măsurate (timp, viteză aer, forțe și cupluri pe cele 3 axe, turație), atât instantanee, cât și mediate, au fost vizualizate pe ecranul unui laptop și au fost înregistrate în baze de date. Valorile astfel obținute, au fost analizate pentru fiecare ME în parte și s-au trasat curbele caracteristice putere în funcție de turație $P = f(n)$, respectiv cuplu în funcție de turație $M = f(n)$.

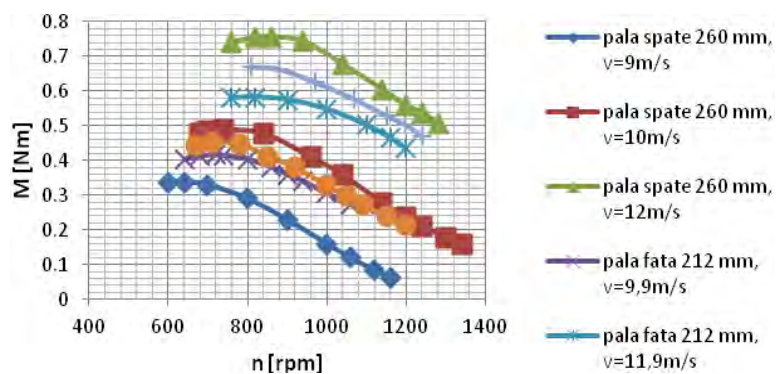


Fig. 9. Variația cuplului în funcție de turație și de viteza vântului pentru cele 3 ME de turbine eoliene individuale selectate

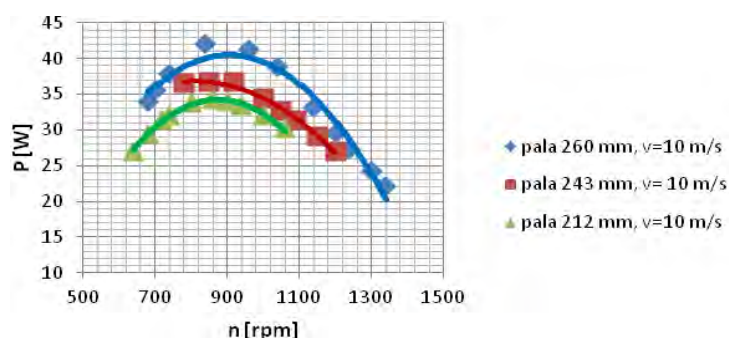


Fig. 10. Variația puterii în funcție de turație pentru cele 3 ME de turbine eoliene individuale selectate

Referitor la puterea dezvoltată de către sistemul contrarotativ, în tabelul 3 se prezintă rezultatele obținute de către ansamblu în diferite configurații.

Tabelul 3. Puterea sistemului contrarotativ în diferite configurații

| Turbina cu diametrul de 620 mm în contrarotație cu turbina cu diametrul de 586 mm | | | | |
|---|-------------|-----------------|--------|-------|
| n_f [rpm] | n_s [rpm] | n_{tot} [rpm] | M [Nm] | P [W] |
| 1000 | 1090 | 2090 | 0,3 | 65,66 |
| 900 | 1050 | 1950 | 0,36 | 73,51 |
| 800 | 970 | 1770 | 0,4 | 74,14 |
| 725 | 950 | 1670 | 0,42 | 73,45 |
| Turbina cu diametrul de 620 mm în contrarotație cu turbina cu diametrul de 524 mm | | | | |
| 1200 | 1240 | 2440 | 0,2 | 51,10 |
| 1060 | 1120 | 2180 | 0,3 | 68,49 |
| 860 | 975 | 1835 | 0,4 | 76,86 |
| 700 | 890 | 1590 | 0,45 | 74,93 |
| Turbina cu diametrul de 586 mm în contrarotație cu turbina cu diametrul de 524 mm | | | | |
| 1000 | 1055 | 2055 | 0,3 | 64,56 |
| 700 | 760 | 1460 | 0,36 | 55,04 |
| 800 | 860 | 1660 | 0,4 | 69,53 |

PN 1611 0102- MASINA ELECTRICĂ CU SOLUȚIE INOVATIVĂ A GEOMETRIEI TRANSVERSALE ȘI RANDAMENT RIDICAT

Faza 1. Evaluarea stadiului tehnic privind eficientizarea masinilor electrice

Masina electrica realizata conform solutiei propuse, reprezinta de fapt o combinatie dintre doua masini electrice, masina sincrona cu magneti permanenti si transformatorul electric. Cu toate ca transformatorul electric nu are elemente componente in miscare, reprezinta din punct de vedere structural ; scheme echivalente , calculul unor pierderi , etc ., elemente similare.

Deosebirea esentiala, existenta intre geometriile masinilor electrice executate in prezent de catre producatori si solutia propusa consta in aceea ca circuitul magnetic este realizat din tabla ferosilicioasa obtinuta prin laminare astfel incat cristalele din interiorul tablei sa fie orientate in sensul de laminare, avand grosimea mai mica si un ciclu histerezis ingust,

Cu alte cuvinte, tabla este cea utilizata curent in productia de transformatoare.

Folosirea tablei anizotrope, in locul celei izotrope, conduce la doua mari avantaje. In primul rand curba de histerezis prezinta cotul de saturatie magnetice mai ridicat decat valoarea existenta in cazul tablei izotrope. In acest fel, inductiile magnetice pot fi crescute in lungul circuitelor magnetice.

Grosimea tablei anizotrope este redusa, aflandu-se in mod curent in gama 0,10 ... 0,35 mm. Acest fapt face ca pierderile in fier sa fie reduse, pentru aceleasi valori ale inductiei magnetice.

Bine inteles ca in aceasta situatie geometria transversala va trebui sa fie schimbata total. Pentru a se putea utiliza tabla anizotropă, liniile de camp trebuiesc sa fie in lungul directiei de laminare. Pentru aceasta se poate imagina o geometrie in care campul magnetic sa fie dirijat prin niste coloane din tabla ferosilicioasa, la fel ca in cazul transformatoarelor.

Tinand cont de avantajele enuntate mai sus, putem sa obtinem o masina electrica intr-o clasa superioara de eficienta, fara a face investitii sau cercetari in domeniul materialelor active.

Valoarea randamentului masinii electrice poate fi crescuta suplimentar prin magnetizarea circuitului magnetic cu ajutorul unor magneti permanenti. In acest fel, masina se comporta ca o masina sincrone, pierderile din circuitul rotoric disparand efectiv. Existenta circuitelor magnetice sub forma de coloane de transformator conduce la o noua crestere a valorii randamentului masinii electrice. Aceasta se realizeaza prin faptul ca infasurarea este realizata sub forma de bobina cilindrica, fara capetele frontale existente la masinile electrice produse in prezent. Deci, sunt

eliminate pierderile incalzitoare din infasurarea statorica, localizate in capetele frontale, zona care nici nu contribuie la producerea de cuplu mecanic la arborele masinii.

Din cele sase etape de cercetare, aferente temei de cercetare propuse, au fost derulate pana in prezent, pe anul 2016, trei etape. In cadrul acestor faze contractuale s-au derulat urmatoarele activitati:

-efectuarea unei evaluari a stadiului tehnic existent, privind eficientizarea functionarii masinilor electrice. In cadrul acestei etape au fost prezentate o serie de masuri si solutii tehnice care sa permita cresterea valorii randamentului. Dintre acestea au fost descrise urmatoarele:

-utilizarea de materiale cu proprietati magnetice superioare, care sa permita reducerea pierderilor in fier, prin ciclul histerezis, si prin curenti turbionari;

-lungirea pachetului de tole, obtinandu-se astfel o descarcare a electrica si magnetica a masinii electrice;

-modificarea datelor de bobinare, astfel incat capetele frontale ale infasurarilor sa poata fi reduse, micșorandu-se in acest mod pierderile Joule intr-o zona care oricum nu contribuie la crearea de cuplu mecanic;

-inlocuirea aliajului de siluminiu, utilizat la turnarea infasurarii rotorice in scurtcircuit, cu un aliaj de cupru. In acest fel datorita diferentei rezistivitatii dintre cele doua materiale, pierderile Joule din infasurarea in scurtcircuit se reduc, conducand la cresterea randamentului; pe durata incarcarii mecanice a masinii electrice si pe durata regimului tranzitoriu de pornire a acesteia;

-utilizarea de materiale izolante performante, in clase termice ridicate, astfel incat masinile electrice sa poata functiona in concordanta cu normele specifice aflate in vigoare in clase de izolatie superioare;

-introducerea in circuitul magnetic rotoric de magneti permanenti, transformand masina asincrona in masina sincrona cu magneti permanenti. In acest fel, pierderile in timpul functionarii masinii electrice sunt nule, subansamblul rotoric rotindu-se sincron cu campul magnetic invartitor;

-utilizarea de infasurari multiple stea – triunghi, care prin modificarea bornelor de alimentare cu tensiune sa permita adaptarea incarcarii electrice si magnetice in conformitate cu incarcarea la capul de arbore;

-modificarea geometriei transversale clasice, prin modificarea dimensiunilor crestaturilor statorice, rotorice, diametrului exterior statoric, respectiv diametrul intrefierului

-modelarea, predimensionarea, model experimental masina electrica. In cadrul acestei faze, utilizandu-se programul FLUX 2 / 3D, specializat in calculul campului electromagnetic cu ajutorul elementelor finite s-au efectuat urmatoarele activitati:

-stabilirea geometriei transversale a masinii electrice, astfel incat sa se obtina maximum de cuplu (putere mecanica) la capatul de arbore;

-predimensionarea masinii electrice propuse a fi executata.

-intocmire documentatie de executie model experimental. Pe baza acestei documentatii s-au realizat reperatele noii masini electrice, promovata de prezenta tema de cercetare

Urmatoarele trei activitati de cercetare, prevazute a fi realizate in anul 2017, cuprind activitati legate de testarea modelului experimental, definitivarea documentatiei de executie si testarea, respectiv atestarea produsului aferent temei de cercetare privind promovarea unei geometrii transversale noi.

PN 1611 0103- ELEMENTE DE CALCULUL ENERGIEI TERMICE DEGAJATE IN PROCESUL DE FRANARE PENTRU FRANA PRINCIPLA, FRANA AUXILIARA SI PENTRU MOTOARELE ELECTRICE ASINCRONE DE ACTIONARE.

FUNDAMENTELE TRANSFERULUI TERMIC

Propagarea căldurii se poate realiza în următoarele moduri:

- Conductivitatea termică
- Convecția termică
- Radiația termică

În cadrul fazei au fost urmărite următoarele obiective:

- Elemente de calcul al energiei termice degajate în procesul de frânare pentru frâna principală, frâna auxiliară și pentru motoarele electrice asincrone de acționare

- Elemente de calculul energiei termice degajate în procesul de frânare pentru frâna auxiliară
- elemente de calculul energiei termice degajate în procesul de frânare pentru motoarele electrice asincrone de acționare

Pentru primul obiectiv au fost analizate:

- 1) fundamentele transferului termic, cu o analiză a modului de propagare a căldurii: conductivitatea termică, convecția termică, radiația termică;
- 2) elemente pentru calculul energiei termice degajate în procesul de frânare pentru frâna principală:

- calculul termic al frânei cu bandă

Temperatura suprafeței tamburului frânei (T), în situația când frâna cu bandă acționează simultan cu frâna hidraulică, se determină cu relația:

$$T = T_o + \frac{M \cdot \varphi_1 \cdot \mu a_1}{8\pi R^2 S (\lambda_1 + \lambda_2)} \left(\frac{e^{\mu\psi}}{e^{\mu\psi} - 1} \right) \text{ [}^\circ\text{C]} \tag{1}$$

Tabel 1: Valorile temperaturii suprafeței tamburului frânei cu bandă

| Parametru | Numărul prăjinilor de foraj lansate în sondă | | | | |
|--------------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 |
| I (A) | 190 | 194 | 197.5 | 201.1 | 204.7 |
| F_t (N) | 7145 | 8309 | 9473 | 10637 | 11801 |
| M_{sti} (daNm) | 4001 | 4653 | 5305 | 5957 | 6609 |
| M_{sf} (daNm) | 3172 | 3689 | 4206 | 4723 | 5240 |
| ω_h (rad) | 34.93 | 38.47 | 41.96 | 45.49 | 49.05 |
| φ_1 (grade geom) | 97 | 110 | 122.8 | 136.8 | 149 |
| T (C) | 340 | 440 | 550 | 690 | 830 |

Din datele prezentate în tabel reiese că banda de frână care echipează troliul de foraj, este supusă unui stres termic. Totodată, tamburul de frânare ajunge la temperaturi ridicate, în jurul a 800°C, fapt care reduce semnificativ durabilitatea acestuia.

- calculul termic al frânei disc

Cantitatea de căldură degajată la frânare într-o secundă, este:

$$Q = F_{ft} \cdot v_a / 427 = \mu p_o \Sigma A v_a / 427 \text{ [kcal/s]} \tag{2}$$

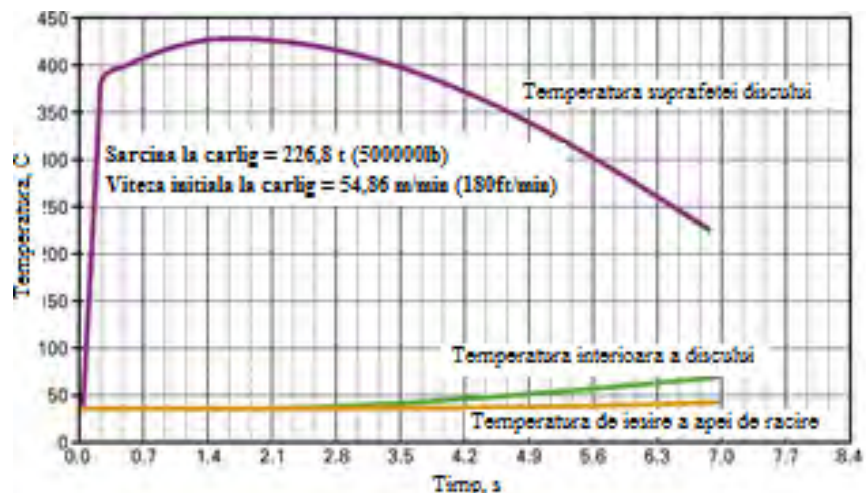


Fig.1. Variația temperaturii în timp, în cazul frânării cu frână disc

În cazul unei opriri de urgență, testele au indicat că temperatura suprafeței discului frânei poate ajunge temporar până la 430 °C , la coborârea unei garnituri de foraj de greutate normală, de aprox. 250tf

Gradienții mari de temperatură prin grosimea discului frânei indică faptul că apa de răcire este ineficientă pentru răcirea frânei în timp scurt. Partea de jos a graficului din fig.1 reprezintă temperaturile interiorului discului frânei și ale apei de răcire care iese din frânele mecanice.

Al doilea obiectiv cuprinde următoarele aspecte:

1) **Calculul termic al frânei hidraulice**

Căldura preluată de frâna hidraulică la coborârea a n pași pe oră este:

$$Q_2 = n \int_{\text{ciclu}} M_H \cdot \omega dt \quad [\text{kJ}] \quad (3)$$

Schimbul de căldură cu atmosfera este dat de relația:

$$Q_2' = k_1(t_1 - t_2)A_1 \quad [\text{kJ/h}] \quad (4)$$

Rezultă astfel componenta Q_2'' care se disipează prin răcire cu apă:

$$Q_2'' = Q_2 - Q_2' \quad [\text{kJ/h}] \quad (5)$$

2) **Calculul termic al frânei electromagnetice**

Energia transformată de frâna electromagnetice în energie termică se disipează pe două căi:

- eliminată în atmosferă;
- disipată prin răcirea cu apă.

Schimbul de căldură cu atmosfera este dat de relația (4) iar componenta Q_2'' care se disipează prin răcire cu apă are relația:

$$Q_2'' = Q_2 - Q_2' \quad [\text{kJ/h}] \quad (6)$$

unde Q_2 și Q_2' sunt date de relațiile de mai sus, (3), respectiv (4)

În cadrul celui de-al treilea obiectiv au fost analizate aspecte ce țin de energia termică degajată în procesul de frânare, pentru motoarele electrice sincrone de acționare. **ENERGIEI TERMICE DEGAJATE**

Troliul de foraj este dotat cu două motoare asincrone trifazate, cu rotor în scurtcircuit, acționate cu tensiune de la convertizoare de frecvență.

Relația implicând masa motorului mărește temperatura acestuia cu $d\theta$ este:

$$M \cdot c \cdot d\theta = C \cdot d\theta \quad (7)$$

unde:

- M - masa motorului [kg];
- c - căldura specifică [j/kg·K];
- C - capacitatea calorică [kj/kg·K].

Cantitatea de căldură ce se degajă este:

$$Q = \Sigma p \cdot dt \quad [\text{kcal}] \quad (8)$$

în care Σp - reprezintă pierderile totale în motor, [kW

Cantitatea de căldură disipată prin suprafața S [m²] a motorului, având coeficientul de cedare al căldurii [W/m·K] este:

$$S \cdot \lambda \cdot \theta \cdot dt = A \cdot \theta \cdot dt \quad (9)$$

unde A este capacitatea de cedare a căldurii [W/m²·K]

Ecuția încălzirii, ecuația echilibrului termic, este:

$$\Sigma p \cdot dt = C \cdot d\theta + A \cdot \theta \cdot dt \quad (10)$$

Încălzirea finală se calculează cu relația:

$$\theta_f = \Sigma p / A [^{\circ}\text{C}] \quad (11)$$

Rezultatele atinse în cadrul acestei faze sunt următoarele:

- analiza fundamentelor transferului termic, fiind studiate următoarele aspecte:
 - propagarea căldurii prin conductivitate termică;
 - propagarea căldurii prin convecție termică;
 - propagarea căldurii prin radiație termică;
 - termocinetica frânării.
- elementele de calcul al energiei termice degajate în procesul de frânare cu frâna principală;

- elementele de calcul al energiei termice degajate în procesul de frânare cu frâna auxiliară;
- abordează elementele de calcul al energiei termice degajate de motoarele electrice asincrone trifazate de acționare.

Concluziile care se desprind din acest studiu sunt următoarele:

- la frâna cu bandă, evacuarea energiei termice degajate în procesul frânării garniturii de prăjini este defectuoasă, datorită construcției carosate, în scopul evitării pătrunderii impurităților;
- la frâna disc, curenții de aer produși de discul în rotație asigură atât răcirea acestuia, cât și a plăcuțelor de fricțiune; de asemenea, datorită masei sale reduse, discul se răcește mai repede;
- suprafața discului, aflată sub acțiunea plăcuțelor de fricțiune, este permanent curățată, asigurându-se o bună răcire atât a discului, cât și a plăcuțelor;
- în tipul frânării, temperatura în cazul frânei disc are valoarea egală cu jumătate din cea caracteristică frânei cu bandă, implicit efecte similare privind energia termică degajată;
- condițiile bune de evacuarea căldurii la frânele disc ridică limitele valorilor admise pentru presiunile specifice pe plăcuțele de frână la cca. 30 daN/cm², față de 12...14 daN/cm² în cazul frânelor cu bandă.

Faza: 2 - **Soluție tehnică pentru frâna disc, ca frână principală care echipează trolurile de mare putere**

În prima parte a lucrării au fost prezentate noțiuni generale despre sistemul de frânare cu frâna disc:

- părțile componente și clasificarea dispozitivelor de frânare
- condițiile funcționale și constructive impuse dispozitivelor de frânare
- importanța dispozitivelor de frânare
- factorii care influențează funcționarea dispozitivelor de frânare

În continuare, a fost realizat calculul dimensional al frânei disc și verificarea frânei cu disc la uzură.

A) Frâna cu disc de tip deschis

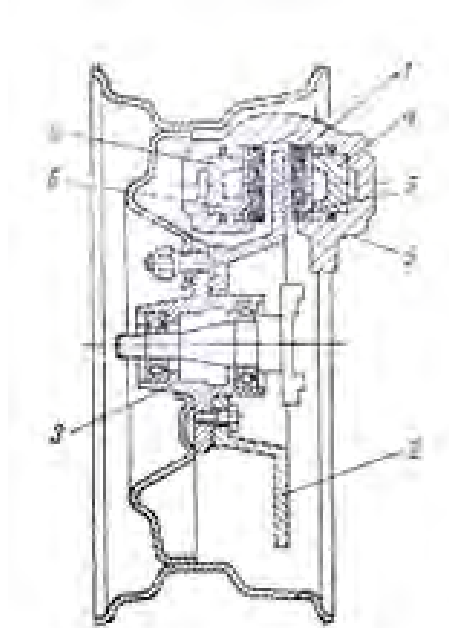


Fig.2 - Frâna cu disc deschisă, cu pistoane de acționare pe ambele fețe ale discului: 1-garnituri de frecare; 2-disc de frână; 3-arbore tobă de manevră; 4-piston; 5-suport.

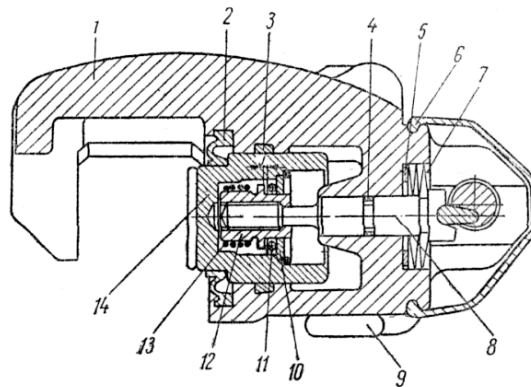


Fig.3 - Frâna cu disc deschisă, cu un singur piston de acționare:1-cadru;
2-garnitură de protecție piston; 3-garnitură de etanșare piston; 4-garnitură de etanșare ax 8;
5-rondelă; 6-capac levier de comandă; 7-arc disc; 8-ax; 9-levier de comandă; 10-șaiabă;
11-rulment axial; 12-manșon; 13-arc; 14-piston.

B) Frâna cu disc de tip închis

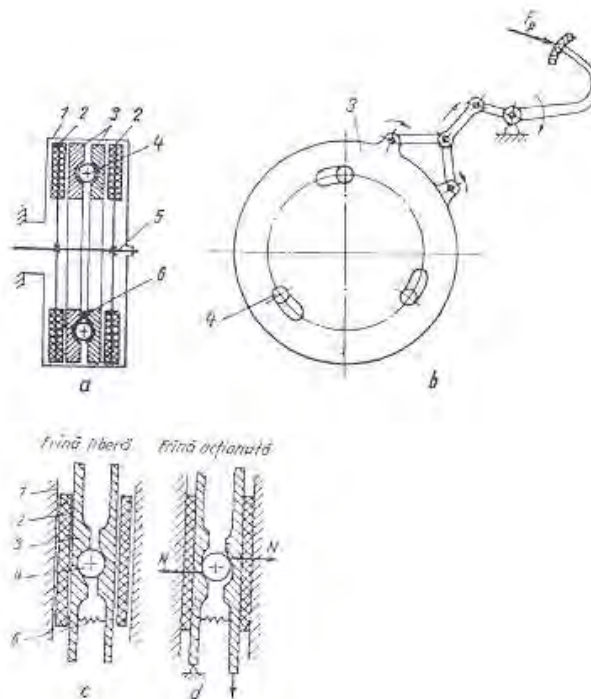


Fig.4 - Schema de principiu a frânei cu disc de tip închis: 1-carcasa fixă;
2-garnitura de fricțiune; 3-disc; 4-bilă; 5-arbore tobă de manevră; 6-arc.

Uzura discului de frână din fontă cenușie este de 0,004...0.02 m la un transfer specific de energie de 1 MJ la 1 m² de suprafață. În mediu umed această uzură crește cu 50%.

Limitele de putere ale discului de frână se determină pentru cazul frânărilor de oprire, deoarece în acest caz pot apărea în disc tensiuni termice mari, care să ducă la oboseala materialului și la fisuri.

Aprecierea duratei de viață a unui disc de frână se face pe baza curbelor de oboseală, care sunt redată în fig.5:

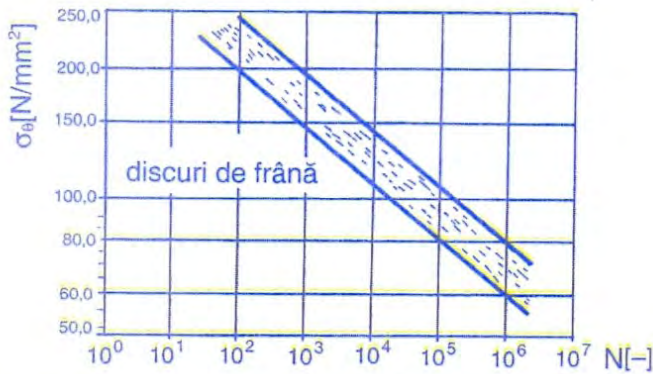


Fig.5 - Curbele de oboseală ale discului de frână reprezentate prin variația tensiunii termice în raport cu numărul frânelor de oprire N

Calculul frânei disc a troluiului TF-38M

Momentul nominal de frânare este dat de formula:

$$\frac{D_t}{2} \cdot F_c = \frac{0,956}{2} \cdot 38000 = 18164 \text{ [daNm]} \quad (12)$$

unde:

D_t -este diametrul tobei [m]

F_c -forța în cablu [daN]

Momentul de franare de calcul, ținând seama de un coeficient dinamic $k_d=1,2$ este:

$$M_{F_c} = k_d \cdot M_c = 1,2 \cdot 18164 = 21796,8 \text{ [daNm]} \quad (13)$$

Momentul de frânare pe un cilindru, considerând că repartiția se face pe cilindru, este:

$$M_{F_c,ext} = \frac{M_{F_c}}{20} = \frac{2196,8}{20} = 1089,84 \text{ [daNm]} \quad (14)$$

Se consideră din punct de vedere constructiv, că diametrul mediu de frânare al franei disc $D_f=1,3$ m.

Materialul pentru plăcuțele de frână are caracteristicile $p_a=30 \text{ daN/cm}^2$, $\mu=0,4$

Rezultă forța de frânare pe un cilindru:

$$T = \frac{M_{F_c,ext}}{\frac{D_f}{2}} = \frac{1089,84}{\frac{1,3}{2}} = 1676,67 \text{ [daN]} \quad (15)$$

În concluzie, forța normală de apăsare dată de piston N_1 este : $T=\mu \cdot N_1$

$$N_1 = \frac{T}{\mu} = \frac{1676,67}{0,4} = 4191,69 \text{ [daN]} \quad (16)$$

Calculul cilindrului de frână

Suprafața cilindrului de frână care dezvoltă această forță , la o presiune de 70 daN/cm^2 este:

$$S_{cf} = \frac{N_1}{2 \cdot p} = \frac{4191,69}{2 \cdot 70} = 29,94 \text{ [cm}^2\text{]} \quad (17)$$

Rezultă un cilindru de frână cu diametrul:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{cf}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 29,94}{\pi}} = 6,17 \text{ [cm]} \quad (18)$$

Se adoptă $D=65 \text{ mm}$,ceea ce conduce la o presiune de fluid :

$$p = \frac{N_1}{2 \cdot S_{cf}} = \frac{N_1}{2 \cdot \frac{\pi \cdot D_i^2}{4}} = \frac{2N_1}{\pi \cdot D_i^2} = \frac{2 \cdot 4191,69}{\pi \cdot 6,5^2} = 63,16 \text{ [daN/cm}^2\text{]} \quad (19)$$

Calculul plăcuțelor de fricțiune

a) Condiția de disipare a energiei:

Energia degajată la frânarea unei garnituri de foraj de 320tf lansată cu un pas de 27 m este:

$$E_{mec} = m \cdot g \cdot h = 320000 \cdot 27 = 8640000 \quad [\text{daN} \cdot \text{m}]$$

Aceasta energie se disipă prin frână într-un ciclu de introducere a unui pas, deci $t_f=120$ s

Puterea disipată la frânare este:

$$P = \frac{E_{mec}}{75 \cdot t_f} = \frac{8640000}{75 \cdot 120} = 960 \quad [\text{CP}] \quad (20)$$

Aria plăcuțelor de fricțiune este:

$$A = \frac{P}{R_m} = \frac{960}{0,31} = 3096,78 \quad [\text{cm}^2] \quad (21)$$

Rezultă că cele 40 plăcuțe (2 pentru fiecare cilindru) au aria:

$$A_1 = \frac{A}{40} = \frac{3096,78}{40} = 77,42 \quad [\text{cm}^2] \quad (22)$$

b) Verificarea la presiune specifică;

$$p_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{4191,69}{77,42} = 54,14 > p_a \quad (23)$$

Concluzie: trebuie marită aria placuțelor de fricțiune.

Condiția de rezistență la presiunea de contact:

$$A_1' = \frac{N_1}{p_a} = \frac{4191,69}{30} = 139,72 \quad [\text{cm}^2] \quad (24)$$

Se adoptă aria plăcuțelor de frână $A_1=300$ $[\text{cm}^2]$

Obs: pentru calcule au fost utilizate următoarele valori:

- diametrul discului de frână.....1740 mm;
- numărul cilindrilor de frână.....10 (20 în total);
- diametrul cilindrului de frână.....65 mm;
- presiunea în circuit.....70 daN/ cm^2

Un alt obiectiv al lucrării este elaborarea unei soluții tehnice pentru frâna disc ca frână principală

În cadrul acestui obiectiv a fost realizată o analiză a sistemelor de frânare cu bandă/disc și a criteriilor de alegere a sistemelor de frânare cu disc.

Schema bloc pentru frâna disc

I. Alimentarea

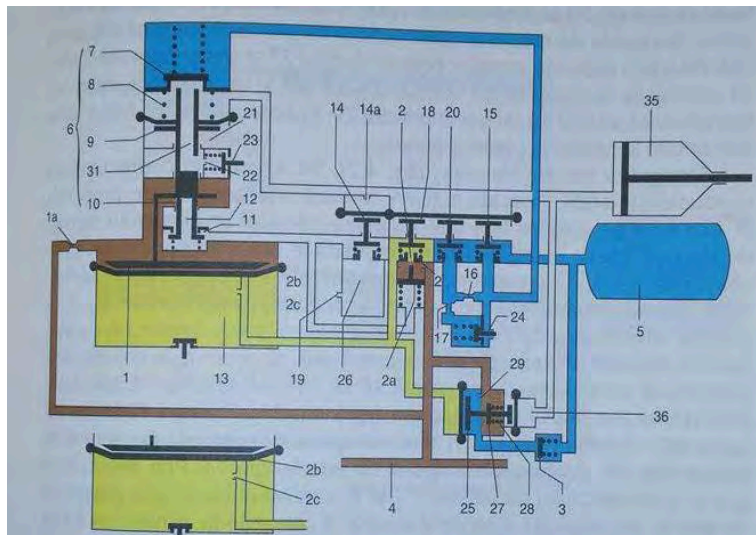


Fig.6-Schema de alimentare a frânei cu distribuitorul de aer KE Oa

1-pistonul principal; 1a-reducție; 2-orificiu de admisie al camerei de comandă; 2a-supapa de admisie a camerei de comandă; 2b și 2c-orificii de alimentare a camerei de comandă; 3-ventil de reținere; 4-conducta generală de aer; 5-rezervor auxiliar; 6- valvă triplă; 7-ventil dublu; 8-arc; 9- pistonul secundar; 10-tijă de comandă; 11-scaun; 12-canal; 13-camara de comandă; 14-supapa de control a camerei de accelerație; 14a-orificiu; 15-supapa de minimă presiune; 16, 17-reducții; 18-supapa camerei de comandă; 19-orificiu de evacuare a camerei de accelerație; 20-supapa de presiune maximă; 21, 22-orificii de emisie; 23-supapa schimbătorului de regim; 24-ventil; 25-pistonul alimentatorului; 26-camara de accelerație; 27-ventilul alimentatorului; 28-arc; 29-orificiu.

Alimentarea cu aer comprimat a instalației de frână se face cu aer din conducta generală 4; acesta ajunge la pistonul 1 pe un circuit direct cu reducția 1a. De asemenea, prin orificiul de admisie 2 al camerei de comandă 13, supapa de admisie 2a, supapa 18 a camerei de comandă și orificiul 2c, aerul pătrunde în camera de comandă 13. Orificiul 2b este închis.

II.Strângerea frânei

Se execută o depresiune în conducta generală. Această acțiune creează o diferență între presiunile existente pe ambele fețe ale pistonului principal 1, care erau egale, după ce instalația de frână a fost alimentată la presiunea de regim. Presiunea din camera de comandă 13, care acționează asupra pistonului 1, devenind superioară celei din conducta generală, permite pistonului 1 să învingă tensiunea arcului 13 și să se deplaseze în sus, împreună cu pistonul 9.

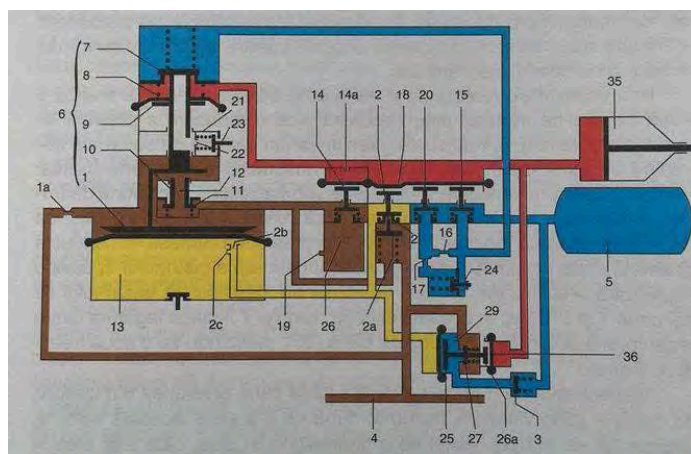


Fig.7-Schema de strângere a frânei cu distribuitorul de aer KE Oa

1-pistonul principal; 2-orificiul de admisie; 2a-supapă de admisie; 2b și 2c-orificiile de alimentare ale camerei de comandă; 3-supapă de reținere; 4-conducta generală de aer; 5-rezervor auxiliar; 6-triplă valvă; 7-ventil dublu; 8-arc; 9-pistonul secundar; 10-tijă de comandă; 11-orificiu; 12-canal; 13-camara de comandă; 14-supapa camerei de accelerație; 15-supapa de minimă presiune; 16 și 17-reducții; 18-supapa camerei de comandă; 19-orificiu de evacuare a camerei de accelerație; 20-supapă de presiune maximă; 21 și 22-orificii de emisie; 23-supapa schimbătorului de regim; 24-supapă; 25 pistonul alimentatorului; 26-camara de accelerație; 26a-pistonul alimentatorului; 27-ventilul alimentatorului; 28-arc; 29-orificiu; 35-cilindru de frână; 36-alimentator; 37-canal.

III.Slăbirea frânei

Slăbirea frânei se obține prin sporirea presiunii în conducta generală 4 la valoarea presiunii de regim. Ansamblul de pistoane 1 și 9 se deplasează în jos sub efectul acestei presiuni combinate cu tensiunea resortului 8. Supapa 7 rămâne închisă, la deplasarea ansamblului de pistoane 1 și 9 în jos, se deschide canalul de comunicație 37, stabilind o legătură între cilindrul de frână și atmosferă; legătura se realizează prin orificiul 21. La poziția cea mai de jos a ansamblului de pistoane 1 și 9 se închide canalul 12 al tije de comandă 10 și se deschide orificiul 11, astfel că se micșorează apăsarea exercitată de presiunea din conducta generală pe talerul supapei camerei de accelerație 14 și talerul supapei de admisie 2a.

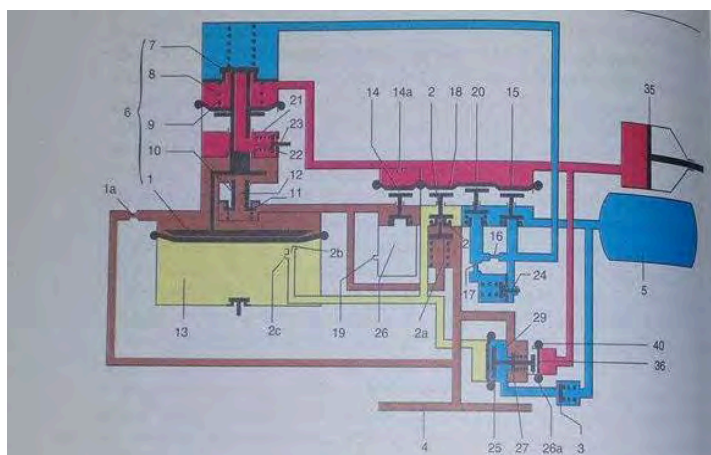


Fig.8 - Schema de slăbire a frânei cu distribuitorul de aer KS Oa

1-pistonul principal; 2-orificiul de admisie; 2a-supapa de admisie; 2b și 2c-orificii de alimentare a camerei de comandă; 3-ventil de reținere; 4-conducta generală; 5-rezervor auxiliar; 6-triplă valvă; 7 supapă dublă; 8-arc; 9 – piston secundar; 10-tijă de comandă; 11-orificiu; 12-canal; 13-camara de comandă; 14-supapa camerei de accelerație; 14a-orificiu; 15-supapa de minimă presiune; 16 și 17-reducții; 18-supapa camerei de comandă; 19-orificiul de evacuare a camerei de accelerație; 20-supapa de presiune maximă; 21 și 22-orificii de emisie; 23-supapa schibătorului de regim; 24-ventil; 25-pistonul alimentatorului; 26-camara de accelerație; 26a-pistonul alimentatorului; 27-ventilul alimentatorului; 28-arc; 29-orificiu; 35-cilindru de frână; 36-alimentator; 37-canal de comunicație; 40-membrană.

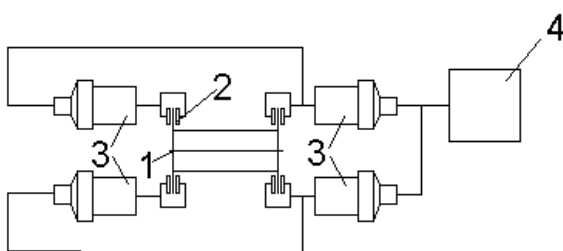


Fig.9 - Schema bloc frână disc

1- disc tobă de manevră; 2 – plăcuță de fricțiune; 3 – cilindru de frână; 4 – aparat de comandă.

Un alt obiectiv al lucrării în reprezintă soluții tehnice pentru mecanismele de acționare ale frânei disc

- transmisia hidraulică

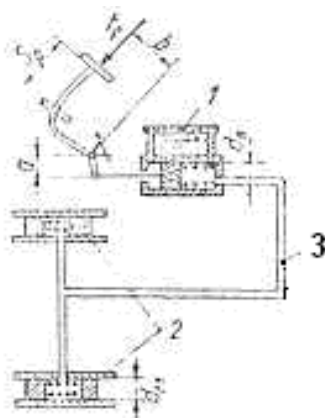


Fig.10- Schemă pentru calculul transmisiei hidraulice:

1-cilindrul principal; 2-cilindrii de lucru; 3-conducte de legătură.

Diametrul cilindrului de lucru (de acționare) se determină după ce, în prealabil, a fost adoptată presiunea lichidului p , cu relația:

$$d_e = \sqrt{4S / (\pi p)}, \quad (26)$$

-transmisia pneumatică

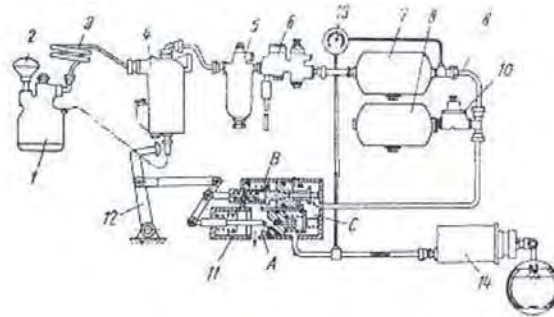


Fig.11- Schema de funcționare a dispozitivului de frânare cu transmisie pneumatică, cu un circuit cu o conductă:
 1. compresor; 2 – filtru; 3 – conductă; 4 – separator de ulei; 5 – robinet ; 6 – regulator de presiune; 7 și 9 – rezervoare; 8 – conductă; 10 – supapă de transfer; 11 – robinetul distribuitor; 12 – pedală; 13 – manometru; 14 – cilindrii de frână.

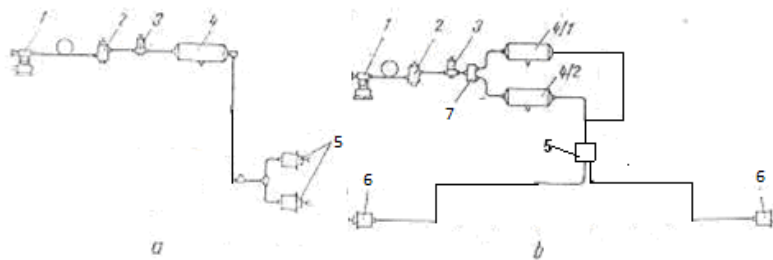


Fig.12- Scheme de dispozitive de frânare cu transmisie pneumatică și două conducte:
 a – cu un circuit; b – cu două circuite.

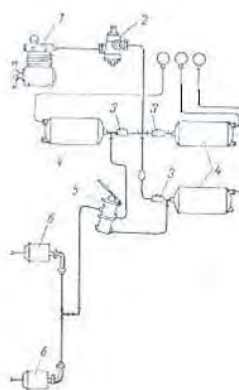


Fig.13- Schema dispozitivului de frânare cu trei conducte:
 1 – compresor; 2 – regulator de presiune; 3 – robinete de transfer; 4 – rezervoare de aer; 5 – robinet distribuitor; 6 – cilindri de frână.

-transmisia pneumohidraulică

În fig. 14 se prezintă trei variante ale transmisiei pneumohidraulice la care pentru frânarea trolului se utilizează transmisia hidraulică cu servomecanism pneumatic:

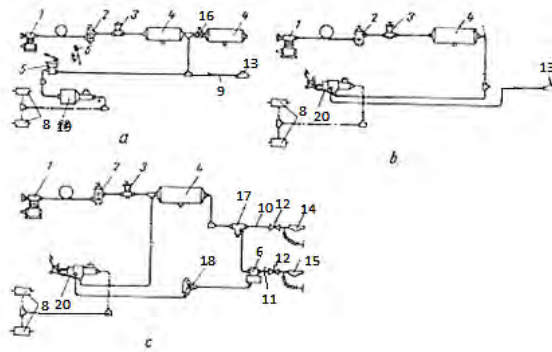


Fig.14- Diferite scheme ale transmisiei pneumohidraulice:

1 – compresor; 2 – regulator de presiune cu filtru; 3 – aparat antigel; 4 – rezervor; 5 – robinet distribuitor; 6 – supapă releu; 7 – supapă de siguranță cu două căi; 8 – cilindrii de frână; 9 – conductă de legătură și frânare; 10 – conductă de alimentare; 11 – conductă de comandă; 12 – robinet de închidere; 13 – semicuplă; 14 și 15 – semicuple; 16 – supapă de trecere; 17 – supapă de siguranță; 18 – supapă cu două căi; 19 – servomecanism hidropneumatic; 20 – servomecanism hidropneumatic cu acționare directă de la pedală.

În concluzie, pentru frâna disc a trolului de foraj TF-38M se adoptă următoarea schemă de transmisie pneumohidraulică:

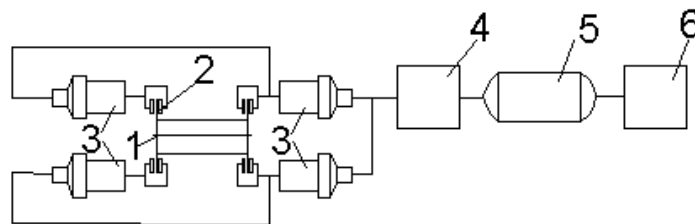


Fig.15 – Schema transmisiei pneumohidraulice pentru frâna disc

1 – disc tobă de manevră; 2 – plăcuță de fricțiune; 3 – cilindru de frână; 4 – aparat de comandă; 5 – rezervor; 6 – sistem alimentare.

Rezultatele atinse în cadrul acestei faze sunt următoarele:

- calculul dimensional al frânei disc de tip deschis, respectiv calculul dimensional al frânei disc de tip închis.
 - soluție tehnică pentru frâna disc, cu schema bloc pentru evidențierea modului de montare și funcționare a acesteia;
 - solutii (scheme bloc) pentru alimentarea instalației de frână, strângerea frânei, respectiv slăbirea frânei;
 - soluții tehnice pentru mecanismele de acționare ale frânei disc, cu realizarea unei scheme bloc a transmisiei pneumohidraulice pentru frâna disc
- Faza: 2 - Soluție tehnică pentru frâna disc, ca frână principală care echipează trolurile de mare putere**

În prima parte a lucrării au fost prezentate noțiuni generale despre sistemul de frânare cu frâna disc:

- părțile componente și clasificarea dispozitivelor de frânare
- condițiile funcționale și constructive impuse dispozitivelor de frânare
- importanța dispozitivelor de frânare
- factorii care influențează funcționarea dispozitivelor de frânare

Calculul plăcuțelor de fricțiune

a) Condiția de disipare a energiei:

Energia degajată la frânarea unei garnituri de foraj de 320tf lansată cu un pas de 27 m este:

$$E_{mec} = m \cdot g \cdot h = 320000 \cdot 27 = 8640000 \quad [\text{daN}\cdot\text{m}]$$

Aceasta energie se disipă prin frână într-un ciclu de introducere a unui pas, deci $t_f=120$ s

Puterea disipată la frânare este:

$$P = \frac{E_{mc}}{75 \cdot t_f} = \frac{8640000}{75 \cdot 120} = 960 \text{ [CP]} \quad (20)$$

Aria plăcuțelor de fricțiune este:

$$A = \frac{P}{R_m} = \frac{960}{0,31} = 3096,78 \text{ [cm}^2\text{]} \quad (21)$$

Rezultă că cele 40 plăcuțe (2 pentru fiecare cilindru) au aria:

$$A_1 = \frac{A}{40} = \frac{3096,78}{40} = 77,42 \text{ [cm}^2\text{]} \quad (22)$$

b) Verificarea la presiune specifică;

$$p_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{4191,69}{77,42} = 54,14 > p_a \quad (23)$$

Concluzie: trebuie mărită aria plăcuțelor de fricțiune.

Condiția de rezistență la presiunea de contact:

$$A_1' = \frac{N_1}{p_a} = \frac{4191,69}{30} = 139,72 \text{ [cm}^2\text{]} \quad (24)$$

Se adoptă aria plăcuțelor de frână $A_1=300 \text{ [cm}^2\text{]}$

Obs: pentru calcule au fost utilizate următoarele valori:

- diametrul discului de frână.....1740 mm;
- numărul cilindrilor de frână.....10 (20 în total);
- diametrul cilindrului de frână.....65 mm;
- presiunea în circuit.....70 daN/ cm²

PN1611 0104- Sistem criogenic de obtinere a regimului termic de lucru pentru bobinele supraconductoare multipolare ale electromagnetilor "booster" utilizati in acceleratoarele de particule NICA

Activitati:

Etapa1/2016:

1. Studiu asupra pierderilor prin histerezis, pierderi prin curenti turbionari si a mecanismelor de transfer termic.
2. Elaborare model conceptual
3. Modelare numerica

In cadrul etapei au fost realizate:

1. Studiu pierderi prin histerezis, pierderi prin curenti turbionari si a mecanismelor de transfer termic

Intrucat electromagnetii corectori necesita dese si relativ rapide schimbari in alimentarea electrica a lor, acestia vor produce pe perioada acestor schimbari, variatii de camp magnetic, care se vor traduce in final in caldura suplimentara produsa atat in bobinajul supraconductor cat si in partile metalice apropiate (sistemul criogenic, suportii, etc). Aceasta incalzire suplimentara constituie o sarcina in plus care trebuie considerata pentru bilantul termic necesar dimensionarii sistemului criogenic de racire. Sub acest aspect, investigarea teoretica a pierderilor magnetice (prin histerezis) si a celor prin curenti turbionari constituie o necesitate. De asemenea au fost studiate principalele mecanisme de transfer termic la temperaturi criogenice in scopul evaluarii numerice a acestora.

2. Elaborare model conceptual

In vederea asigurarii racirii criogenice corespunzatoare a unor bobine supraconductoare cilindrice, a fost elaborat un model conceptual de sistem criogenic de racire. Acest model conceptual a stat la baza evaluarilor numerice ulterioare, in vederea stabilirii unor parametri functionali ai acestuia.

Utilizarea electromagnetilor supraconductori intr-un accelerator de particule incarcate (protoni, pozitroni sau ioni), necesita un concept unitar pentru racirea criogenica a acestora. Pana in momentul de fata, materialul cel mai utilizat pentru realizarea de magneti supraconductori este NbTi. Maleabilitatea lui permite obtinerea tuturor tipurilor de electromagnetii utilizati in componenta acceleratoarelor (fie pentru deflectie fie pentru corectia formei si dimensiunilor fluxului de particule). Condițiile termice pentru functionarea in regim supraconductor a acestor electromagnetii, necesita o temperatura de 4,2K., adica temperatura heliului lichid, sau chiar mai jos: ~2K. Din acest motiv sistemul criogenic de racire este conceput a se face prin utilizarea heliului lichid.

Datele de pornire pentru conceperea sistemului criogenic de racire pentru bobinele supraconductoare NbTi, sunt:

- a. Temperatura critica a NbTi: 9K
- b. Utilizarea heliu lichid
- c. Geometria sistemului de bobine supraconductoare
- d. Izolarea termica adecvata a sistemului
- e. Alimentarea electrica a bobinajului (~100A)

Modelul conceptual

Modelul conceptual elaborat tinand seama de conditiile initiale este prezentat in fig.1.

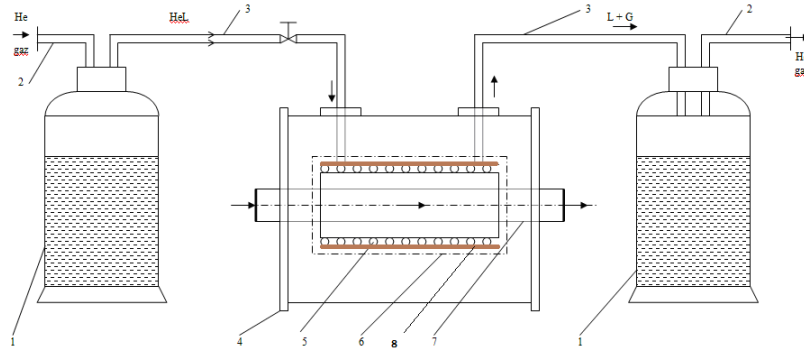
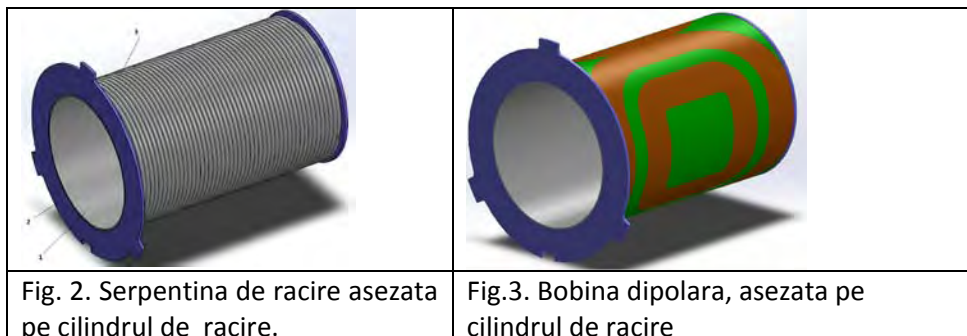


Fig.1. Model conceptual de sistem de racire criogenica

Acesta are urmatoarele parti componente:

1. Dewar He lichid
2. Alimentare Heliu gaz
3. Linie transfer He lichid
4. Criostatul bobinelor supraconductoare
5. Serpentina racire
6. Ecran termic 77K
7. Canal central acces particule

1. Dewar-ul pentru He lichid -Este un vas de stocare Heliu lichid, cu pereti dubli si vidat. Asigura o rata de evaporare de max. 1,5 L/zi. Capacitate 100L pentru vasul de alimentare cu He lichid si 60L pentru vasul de stocare la iesirea heliului din criostat.
2. Alimentare He gaz. -Este un sistem care alimenteaza cu He gaz Dewar-ul cu He lichid, pentru transferul de heliu lichid. Presiunea cu care este aplicat, determina debitul de iesire al heliului lichid.
3. Linie transfer He lichid. -Asigura transferul agentului criogenic catre serpentina de racire a bobinelor Supraconductoare. Este o linie izolata termic de mediul extern, pentru a minimiza pierderile de heliu lichid.
4. Criostatul bobinelor supraconductoare.- Este o incinta vidata, realizata din otel inoxidabil si prevazuta interior cu pereti dubli, atat pentru vidare cat si pentru mentinerea unei bariere termice de azot lichid (77K). Vidarea la un nivel de 10^{-5} torr are scopul de a izola termic incinta.
5. Serpentina de racire.- Asigura racirea ansamblului cilindru-suport, a bobinelor supraconductoare si a cilindrilor Superior, la temperatura de lucru (4,2-5K). Realizata din otel inox, asigura racirea prin transfer termic conductiv.



6. Ecranul termic.- Este destinat preluarii influxurilor termice radiative si conductive dinspre exterior spre zona bobinelor supraconductoare. Face parte integranta din criostatul propriuzis. Practic acestea este peretele rece interior al criostatului care este in contact direct cu azotul lichid.

7. Canalul central.-Acesta asigura accesul particulelelor accelerate catre zona de camp magnetic generat de bobinele supraconductoare. Este cilindric, si cuplat termic la ecranul de 77K in scopul absorbirii fluxului termic de la exterior catre zona rece a electromagnetului.

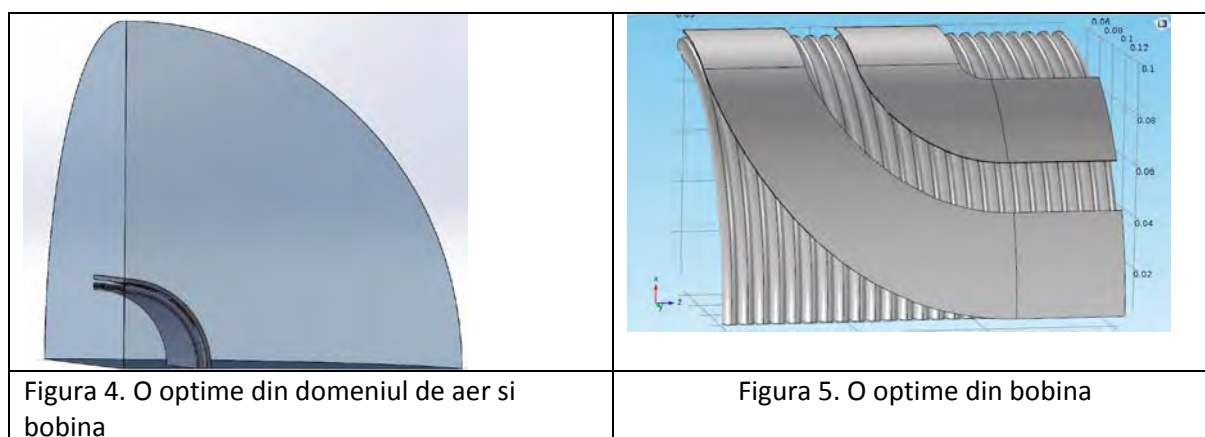
8. Bobinele supraconductoare.- Acestea au forma cilindrica, sunt „mulate” pe cilindrul de racire reprezentat de serpentina de racire. Realizate din sarma supraconductoare de tip NbTi, acestea asigura campul magnetic necesar fie el dipolar, cvadripolar sau sextupolar, dupa destinatia electromagnetului. In fig.3., este reprezentata asezarea bobinei dipolare pe cilindrul de racire.

3. Modelare numerica

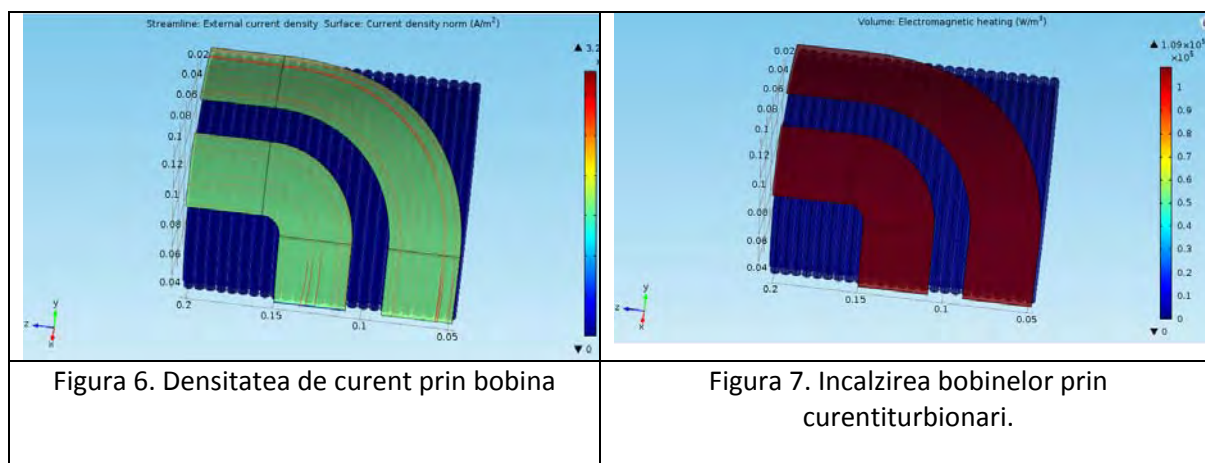
A fost utilizat aparatul matematic corespunzator fenomenelor considerate (histerezis, curenti turbionari, fenomene de transfer termic), efectuandu-se atat calcule analitice cat si numerice, prin utilizarea programului COMSOL Multiphysics, pentru evaluarea numerica a pierderilor care conduc la incalzire suplimentara a bobinajului, cat si a principalelor fenomene de transfer termic catre bobinele supraconductoare care lucreaza la o temperaturar de 4,2K

Pentru calculul curentilor turbionari, s-a folosit modelarea numerica:

Modelul geometric:



Rezultate modelare:



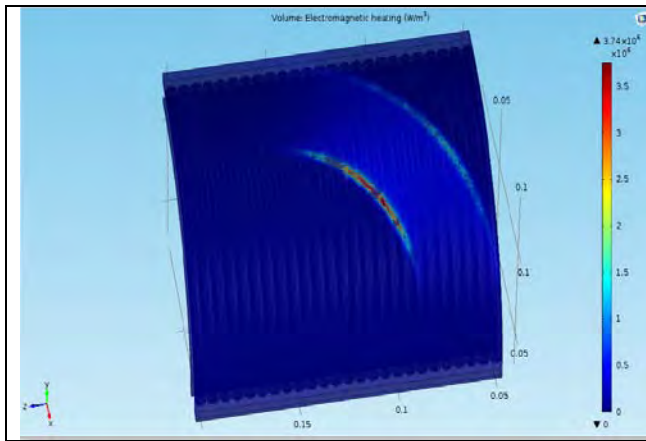


Figura 8. Incalzirea ansamblului cilindru/serpentina de racire

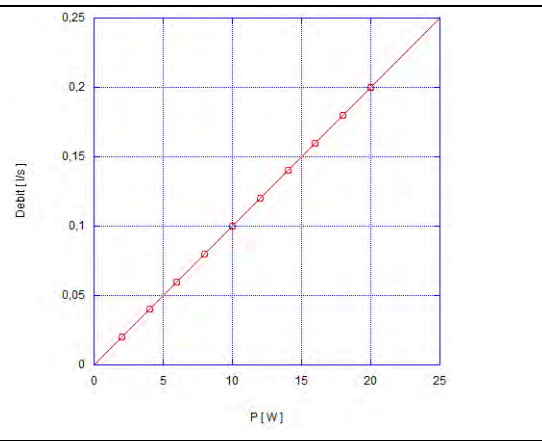


Fig.9. Graficul dependentei debitului de heliu lichid de sarcina termica

Ca urmare a evaluarii numerice a proceselor termice din criostatul bobinelor supraconductoare, s-a obtinut dependenta consumului de heliu lichid functie de sarcina termica la care este supus sistemul criogenic de racire. Aceasta este redada in fig.9.

Concluzii

In cadrul prezentei etape (1/2016) au fost realizate urmatoarele:

A fost realizat un studiu asupra pierderilor electromagnetice prin histerezis si prin curenti turbionari atat in bobinajul supraconductor cat si in elementele de constructie a sistemului criogenic. De asemeni, in cadrul studiului, au fost analizate teoretic, principalele mecanisme de transfer termic in domeniul criogenic de temperaturi. Astfel, au fost considerate fenomenele de histerezis specifice materialelor supraconductoare din care sunt realizate bobinajele supraconductoare de tip NbTi, pierderile datorate curentilor turbionari indusi in bobinajul supraconductor, in suportul sistemului criogenic de racire cat si in serpentina de racire.

In cadrul studiului, au fost investigate si fenomenele de transfer termic specifice domeniului criogenic: transferul termic radiativ, transferul termic conductiv (prin solide) cat si cel de tip fluid criogenic/solid. Scopul final al acestui studiu consta in evaluarea numerica a sarcinii termice in vederea dimensionarii sistemului criogenic de racire.

In cadrul etapei prezente, a fost elaborat si modelul conceptual de sistem de racire criogenic, model care a stat la baza evaluarilor numerice efectuate. Astfel, modelul conceptual de sistem criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice pentru acceleratoare de particule, consta in urmatoarele:

- Criostat pentru bobinele supraconductoare
- Cilindru –suport pentru serpentina de racire
- Serpentina de racire
- Cilindru de racire superior
- Vase Dewar pentru Helium Lichid (stocare)
- Vase de transfer heliu lichid

Elementele principale, constau in criostatul bobinelor supraconductoare si serpentina de racire impreuna cu cilindru-suport. Criostatul are o constructie speciala cu pereti tripli, atat pentru izolare termica prin vidare, cat si pentru asigurarea unui ecran termic de 77K. Materialul constructiv il va constitui otelul inox austenitic pentru majoritatea elementelor componente.

Evaluările numerice efectuate pe baza modelului conceptual, fie analitic fie prin utilizarea soft-ului COMSOL Multiphysics, au relevat urmatoarele rezultate:

- valoarea puterii termice degajate datorita histerezisului firelor supraconductoare (bobine supraconductoare) /ciclu: 0,592W/ciclu.
- valoarea puterii termice datorate curentilor turbionari in cilindru-suport si serpentina de racire: 10W
- valoarea puterii termice datorate curentilor turbionari produse de bobinajul supraconductor: 7W
- valoarea influxurilor termice catre sistemul supraconductor (datorat radiatiei, si conductiei termice): ~4.2W
- consumul maxim de heliu lichid in regim stationar corespunzator acestor fluxuri termice: ~0,22l/s.

Etapa2/2016:

1. Elaborare desene de executie prototip.

- Realizare desene de executie a elementelor componente ale sistemului criogenic de racire a bobinelor supraconductoare.

Desene de executie prototip

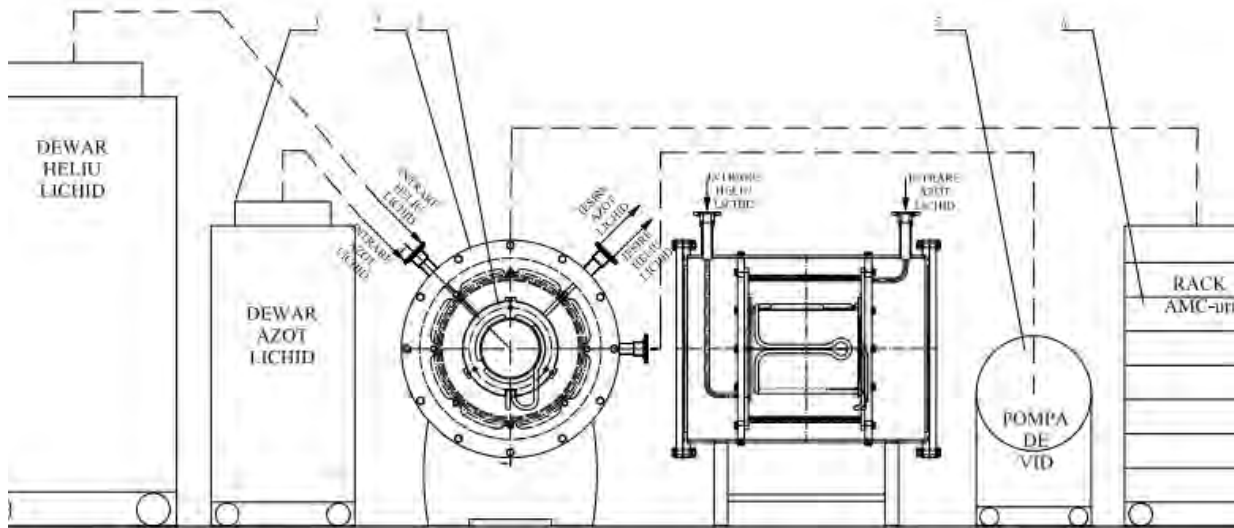


Fig.10. Schema bloc a ansamblului general al sistemului criogenic de racire

Ansamblul sistemului criogenic de racire

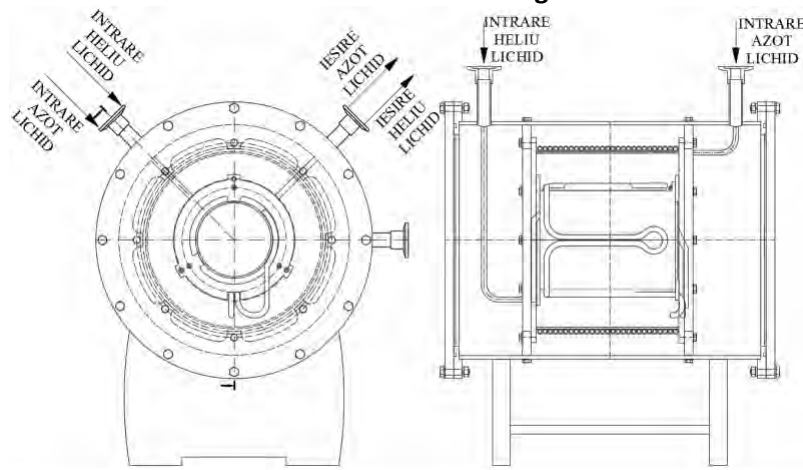


Fig.11. Ansamblul sistemului criogenic de racire

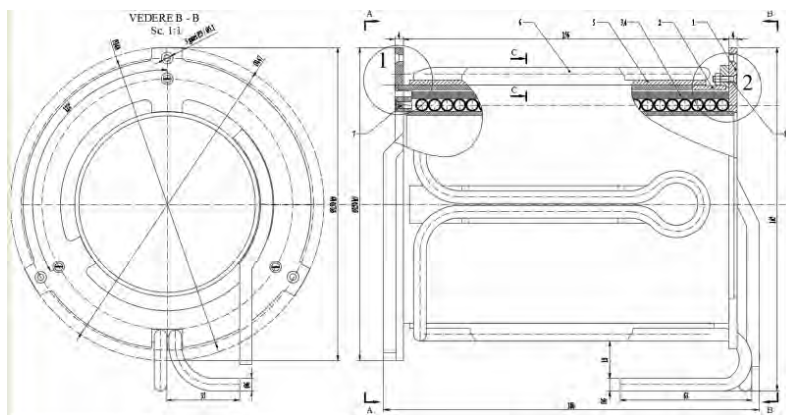


Fig.12. Subansamblul ecran termic de racire

CONCLUZII

În cadrul etapei 2/2016 a proiectului, au fost realizate desenele de execuție ale sistemului criogenic de răcire ale bobinelor supraconductoare pentru acceleratorul „booster” NICA, cu următoarele caracteristici geometrice:

- Diametrul interior: $\Phi=85\text{mm}$
- Diametrul exterior: $\Phi=150\text{mm}$
- Lungime: 180 mm
- Numar de spire ale serpentinei: 26
- Lungime total teava interioara (serpentina racire): 8 m
- Numar de bobine supuse racirii: 2

Astfel, au fost realizate următoarele desenele de execuție ale sistemului criogenic de răcire al bobinelor supraconductoare:

- Ansamblul general: ASR – 00.00
- Ansamblul general al sistemului criogenic de răcire al bobinelor supraconductoare ASR-01.00
- Desenul de execuție al cilindrului de răcire cu serpentina a bobinelor supraconductoare (subansamblu răcire inferior): ASR- 01.01.00
- Desenul de execuție al serpentinei de răcire : ASR-01.01.04
- Desenul de execuție al carcasei exterioare de răcire a bobinelor: asr-01.02.00
- Desenul de execuție al bobinelor supracondctoare: ASR-01.03.00 si ASR- 01.04.00
- Desene de execuție a reperelor mecanice conexe

Diseminare:

I. Dobrin, A.M. Morega, D.Enache, A. Dobrin, S.Zamfir, *Lucrare stiintifica sustinuta la Simpozionul de Masini Electrice SME 2016, UPB, Bucurest, 11 Nov. 2016, „ Bobine supraconductoare pentru acceleratoare de particule si sistemul criogenic de racire al acestora”.*

PN 1611 0105- IMPACTUL CENTRALELOR ELECTRICE FOTOVOLTAICE ASUPRA CALITAȚII ENERGIEI ELECTRICE ÎN REȚELELE DE DISTRIBUȚIE DE JOASĂ TENSIUNE

Proiectul propune analiza și investigarea problemelor cu privire la calitatea energiei electrice determinate de sursele de generare distribuită. Acesta contribuie la asigurarea posibilității de utilizare a energiei electrice sigure, accesibile și de calitate, dar și la dezvoltarea de structuri eficiente de acces la energia electrică a tuturor utilizatorilor.

În cadrul **etapei 1 de cercetare (Achiziția și analiza comparativă a parametrilor de funcționare pentru centrala electrică fotovoltaică)**, s-au realizat:

- ✚ Prezentarea și analiza producției, consumului și soldului de energie electrică în Sistemul Electroenergetic Național, cu accent pe generarea de energie electrică în cadrul centralelor fotovoltaice;
- ✚ Studiul cu privire la configurația și funcționarea centralelor electrice fotovoltaice;
- ✚ Prezentarea centralei electrice fotovoltaice din cadrul ICPE-CA și a caracteristicilor acesteia;
- ✚ Realizarea a două standuri experimentale destinate achiziției parametrilor de funcționare a centralei electrice fotovoltaice din cadrul ICPE-CA;
- ✚ Prelucrarea și interpretarea datelor înregistrate.

Astfel, s-a realizat testarea centralei electrice fotovoltaice amplasate pe acoperișul clădirii ICPE-CA. S-au achiziționat atât parametrii meteorologici care influențează producția de energie solară și implicit pe cea de energie

electrică (radiația solară și temperatura), dar și valorile tensiunii și curentului electric corespunzătoare funcționării CEF.

CEF ICPE-CA este constituită din două sisteme fotovoltaice și anume: sistemul fotovoltaic A cu o putere instalată de 14 kWp corespunzătoare a 56 module de 250 W și sistemul fotovoltaic B cu puterea instalată de 3,84 kWp corespunzătoare a 16 de module de 240 W.

Ambele sisteme fotovoltaice oferă posibilitatea injectării energiei produse în rețeaua electrică de joasă tensiune a ICPE-CA prin intermediul invertoarelor CC-CA. În plus, sistemul fotovoltaic A asigură o siguranță sporită în alimentarea cu energie electrică a utilizatorilor datorită existenței sistemelor de stocare (4 baterii de acumulare).

Pentru determinarea caracteristicilor energetice ale CEF, s-au utilizat mai multe echipamente de măsurare, realizându-se standuri corespunzătoare.

În Fig. 1, este prezentat primul stand de testare realizat pentru achiziția parametrilor menționați, prin utilizarea sistemului de testare și monitorizare a sistemelor și modulelor fotovoltaice HT Solar 300N, prevăzut cu senzorul (Remote Unit) Solar 02. Acesta a fost utilizat prin conectare la instrumentul MPP 300.



Fig. 1. Standul 1 de testare realizat pentru achiziția parametrilor de funcționare a CEF.

În Fig. 2, este prezentat cel de-al doilea stand de testare realizat pentru achiziția parametrilor menționați, prin utilizarea analizorului de instalații fotovoltaice Chauvin Arnoux FTV 100 Greentest.



Fig. 2. Cel de-al doilea stand de testare realizat pentru achiziția parametrilor de funcționare a CEF.

Datele de funcționare ale centralei electrice fotovoltaice din cadrul ICPE-CA, prezentate în cadrul etapei I, au fost înregistrate după cum urmează:

- Sistem fotovoltaic A: 09.03.2016 – 16.05.2016.
- Sistem fotovoltaic B: 19.04.2016 – 16.05.2016.

În cadrul **etapei a II a a proiectului (Testarea componentelor centralei electrice fotovoltaice în condiții de irradiație solară redusă)**, s-au realizat:

- Studiul și analiza tipurilor de invertoare pretabile centralelor electrice fotovoltaice;
- Studiul cu privire la calitatea energiei electrice în sistemele de generare distribuită;
- Studiul cu privire la calitatea energiei electrice în cadrul centralelor electrice fotovoltaice;
- Realizarea standului experimental destinat achiziției indicatorilor de calitate a energiei electrice generate în cadrul centralei electrice fotovoltaice;
- Testarea centralei electrice fotovoltaice și înregistrarea indicatorilor de calitate a energiei electrice generate în condiții variate de radiație solară;
- Testarea funcționării invertoarelor în condiții variate de irradiație solară;
- Testarea funcționării modulelor fotovoltaice în condiții variate de radiație solară;
- Prelucrarea și interpretarea datelor înregistrate.

Pentru determinarea caracteristicilor energetice ale CEF, s-au utilizat mai multe echipamente de măsurare, realizându-se standuri corespunzătoare. În Fig. 3, este prezentat standul de testare realizat pentru achiziția indicatorilor de calitate a energiei electrice generate în cadrul CEF, prin utilizarea analizorului pentru rețele electrice trifazate Chauvin Arnoux CA 8435.



Fig. 3. Standul de testare realizat pentru achiziția indicatorilor de calitate a energiei electrice generată în cadrul CEF.

Indicatorii de calitate a energiei electrice ce au fost monitorizați și înregistrați prin utilizarea sistemului Chauvin Arnoux CA 8435 au avut în vedere armonicile de curent electric și tensiune, dar și fluctuațiile de tensiune (flickerul) atât pe termen scurt, cât și lung. Au fost de asemenea înregistrate valorile puterii (activă, reactivă, aparentă, deformantă), cât și cele ale factorului de putere la bornele de curent alternativ ale invertoarelor solare. Achiziția parametrilor menționați s-a realizat pentru valori diferite ale parametrilor meteorologici și anume pentru radiații solare reduse și respectiv radiații cu valori superioare similare cu cele aferente condițiilor de testare standard.

În cadrul etapei a II a, s-a utilizat de asemenea simulatorul solar Pasan Meyer Burger HighLight 3 pentru testarea modulelor fotovoltaice existente în cadrul CEF ICPE-CA. În acest sens, a fost realizată testarea modulelor indicate în Tabelul 1. Modulele menționate au fost testate atât în condiții de testare standard, cât și pentru irradiații solare reduse. Au fost astfel utilizate 4 măști pentru atenuarea intensității radiației (100 W/m^2 , 200 W/m^2 , 400 W/m^2 , 700 W/m^2), în vederea realizării unei comparații a puterii generate în paralel cu variația condițiilor de funcționare. În consecință, s-au obținut caracteristicile IV pentru fiecare din modulele testate în condiții variate de radiație solară.

Tabelul 1. Analiza caracteristicilor aferente modulelor fotovoltaice testate cu simulatorul solar Pasan Meyer Burger HighLight 3.

| | Altius AFP 60 245 W | Altius AFP 60 250 W | Altius AFM 60 260 W | ET Solar ET-M572200WW |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| I_{sc} | 8,923 A | 10,33 A | 8,87 A | 5,7 A |
| V_{oc} | 37,8 V | 37,8 V | 37,94 V | 45,84 V |
| I_{mp} | 8,417 A | 8,671 A | 8,28 A | 5,41 A |
| V_{mp} | 29,8 V | 30,7 V | 31,8 V | 36,97 V |
| P_{mp} | 250,7 W | 266,3 W | 265 W | 200 W |
| Nr. celule | 60 | 60 | 60 | 72 |

Este cunoscut că panourile fotovoltaice au un punct de optimizare în care se poate obține putere maximă, iar acest punct variază, în general, în funcție de condițiile ambiante de mediu. Simulatorul Chroma 62150H-1000S oferă posibilitatea realizării de teste statice MPPT (Maximum Power Point Tracking). În consecință, caracteristicile IV ale modulului Altius AFM 60, cu puterea de 260 W, testat în prealabil în cadrul simulatorului solar Pasan Meyer Burger HighLight 3, au fost importate în programul *Solar Array Soft Panel*. S-a realizat analiza și înregistrarea eficienței în funcționarea algoritmului MPPT și simultan achiziția indicatorilor de calitate a energiei electrice la ieșirea invertorului solar.

PN 1611 0106-SOLUȚII CONSTRUCTIVE INOVATIVE PRIVIND PROIECTAREA ȘI REALIZAREA TURBINELOR HIDRAULICE CINETICE

Pe baza criteriilor de calcul din literatura de specialitate și utilizând datele disponibile în [2] precum și în alte publicații de specialitate pentru domeniul abordat, s-a ales un profil al palelor de tip Gottingen 449. Acest profil are caracteristici de funcționare foarte bune pentru aplicația considerată și a mai fost utilizat și pentru rotorul microturbinii realizat în cadrul proiectului "Ambarcațiune electrică bazată pe surse regenerabile"- proiect CEEX nr. X2C17/2016. Utilizând formulele din literatura de specialitate se pot determina principalele elemente caracteristice pentru construcția unui rotor hidraulic. Calculele s-au implementat într-un program de calcul tabelar de tip Excel. Mai întâi, se determină unghiul de atac α pe baza polarelor profilului Gottingen 449. Pentru această etapă sunt necesare curbele polare C_l/C_D și C_l/α generate cu ajutorul aplicației XFOIL – opensource, sub Licența Publică Generală GNU. Valoarea maximă a numărului Reynolds pentru această aplicație luând în considerare viteze ale apei de maxim 2 m/s este de 200.000.

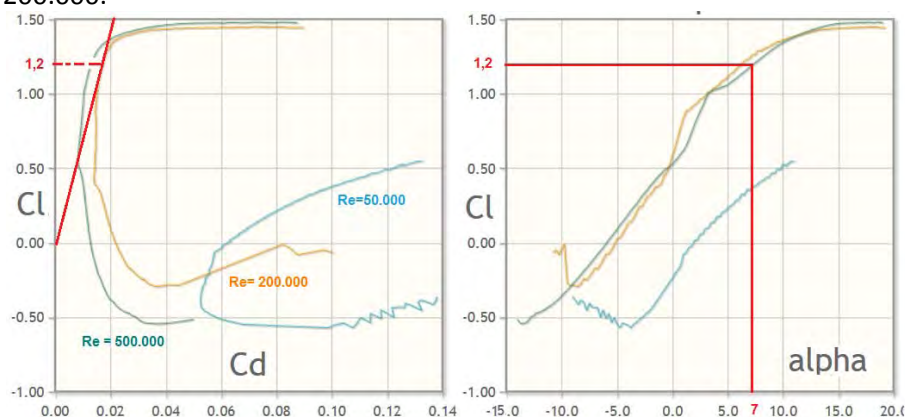


Fig. 1 - Graficele C_l/C_D și C_l/α pentru profilul Gottingen 449

Date de intrare pentru calculul rotorului: Viteza de curgere a apei: 0,9 m/s; Diametru rotor: 0,5m; Lungime pală rotor: 0,2 m; Diametru butuc: 0,1 m; Număr pale rotor: 4;

Rezultatele obținute s-au centralizat în tabelul nr. 1 în care sunt reprezentate elementele de intrare și parametri calculați pentru un rotor cu diametrul de 0,5m.

Tabelul nr. 1 – Parametri de intrare și parametri calculați pentru proiectarea rotorului hidraulic

| Parametri de intrare | | | | | Parametri calculați | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| ωR [m/s] | TSR (λ) | Unghi de atac α (grade) | Coefficient portanță C_L | Rază secțiune r [m] | φ (rad) | φ (grade) | C - lungime coardă [m] | β (grade) |
| 2,36 | 2,62 | 7 | 1,2 | 0,25 | 0,308 | 17,66 | 0,049 | 10,66 |
| 2,12 | 2,36 | 7 | 1,2 | 0,225 | 0,340 | 19,48 | 0,053 | 12,48 |
| 1,88 | 2,09 | 7 | 1,2 | 0,2 | 0,379 | 21,70 | 0,059 | 14,70 |
| 1,65 | 1,83 | 7 | 1,25 | 0,175 | 0,427 | 24,45 | 0,066 | 17,45 |
| 1,41 | 1,57 | 7 | 1,25 | 0,15 | 0,488 | 27,95 | 0,075 | 20,95 |
| 1,18 | 1,31 | 7 | 1,25 | 0,125 | 0,567 | 32,48 | 0,086 | 25,48 |
| 0,94 | 1,05 | 7 | 1,25 | 0,1 | 0,672 | 38,51 | 0,100 | 31,51 |
| 0,71 | 0,79 | 7 | 1,25 | 0,075 | 0,815 | 46,70 | 0,116 | 39,70 |
| 0,47 | 0,52 | 7 | 1,25 | 0,05 | 1,010 | 57,86 | 0,135 | 50,86 |

Folosind unghiurile de așezare β furnizate în tabelul 1, se simulează în aplicația Qblade un rotor cu β – diferit pentru fiecare rotor elementar (secțiune de pală) și un rotor cu β constant pentru a sesiza diferența între puterea furnizată și a putea alege varianta optimă din cele două rotoare propuse spre analiză. Ambele rotoare simulate au lungimea coardei constantă de-a lungul palei pentru a exclude influența acesteia asupra rezultatelor simulării.

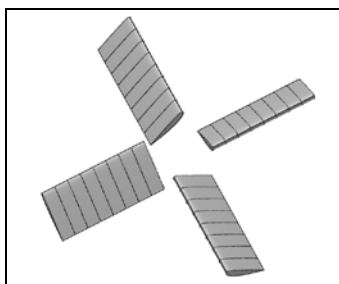


Fig. 2 – Rotor cu β constant de-a lungul palei

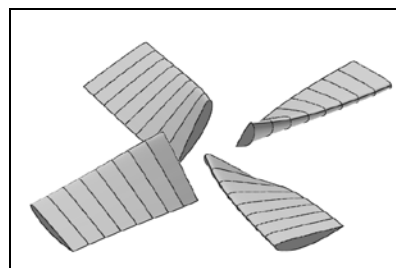


Fig.3 - Rotor cu β diferit pentru fiecare rotor elementar

Rezultatele au fost transpuse sub formă grafică în figura 4. Se poate observa o diferență semnificativă la nivelul puterii extrase de aproximativ 50% între cele două variante de rotor.

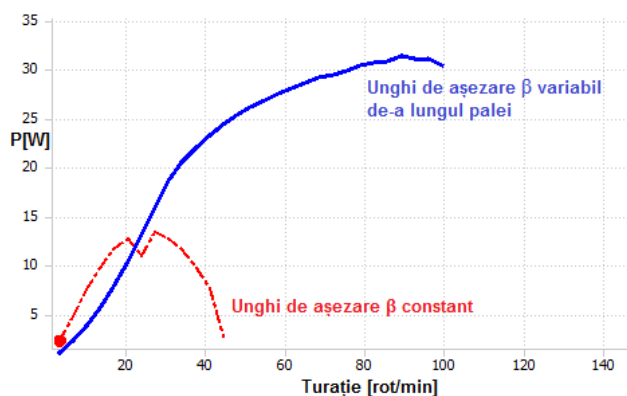


Fig. 4 – Puterea extrasă de rotorul cu unghi de așezare constant și rotorul cu unghi de așezare variabil

Se observă în același grafic că rotorul calculat are o caracteristică de funcționare superioară chiar dacă celelalte elemente constructive rămân identice (lungimea palei, lungimea coardei, tipul profilului). Rezultă deci

importanța unghiului de așezare β , care împreună cu lungimea coardei permit optimizarea unui rotor hidraulic pentru anumite condiții de funcționare impuse. Fig. 5 – Curbele caracteristice $P=f(n)$ disponibile în urma testării rotorului considerat [10]

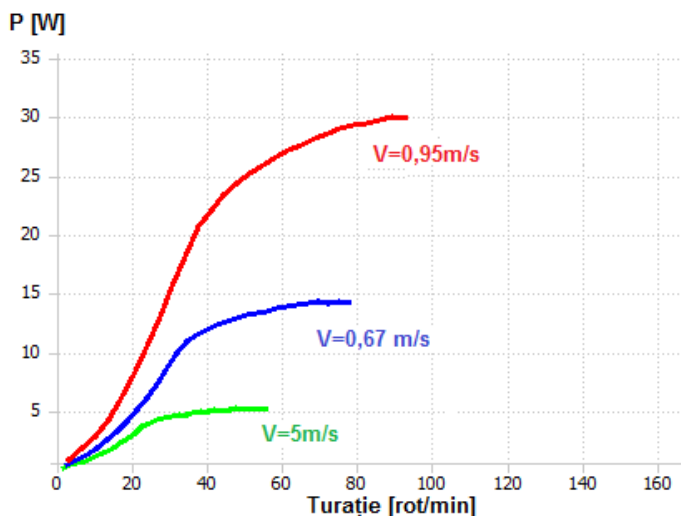


Fig. 5 – Curbele caracteristice $P=f(n)$ disponibile în urma testării rotorului considerat [10]

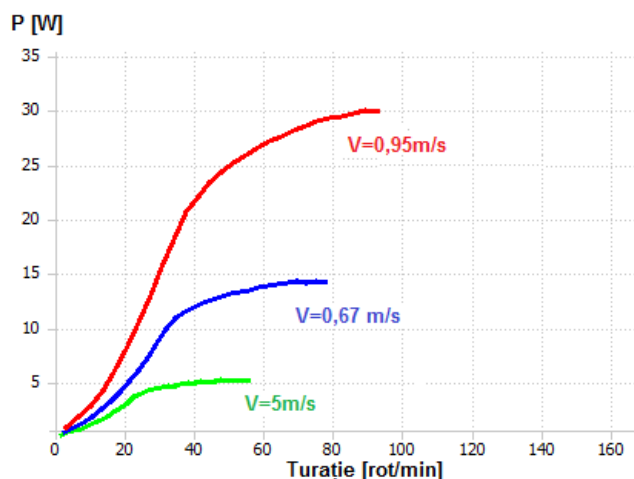


Fig.6 - Curbele caracteristice $P=f(n)$ obținute în urma simulării rotorului hidraulic considerat

După cum se poate observa, rezultatele din simulare sunt asemănătoare cu cele obținute în urma testărilor. Micile diferențe de datorează faptului că aplicația nu ține cont de influența formei butucului rotorului hidraulic și de vârtejurile care perturbă curgerea.

Odată stabilite rezultatele preliminare pentru acest tip de rotor se poate trece la etapa următoare, și anume, simulările pentru noul tip de rotor proiectat pentru care s-au calculat alte lungimi ale coardei și alte unghiuri de așezare β , conform tabelului nr.1. Geometria acestui rotor este reprezentată în fig. 7. Rezultatele simulărilor sunt reprezentate în figura 11 în care se compară rezultatele obținute cu rotorul considerat inițial [7], o variantă de rotor calculată conform tabelului 1 și o variantă de rotor cu lungimea coardei constantă de-a lungul palei.

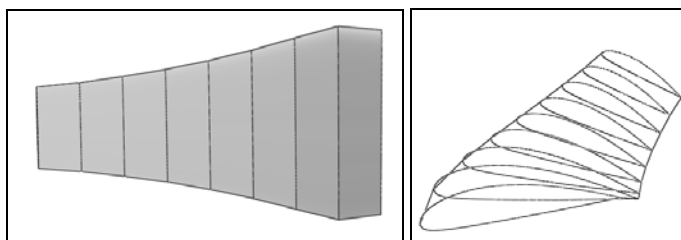


Fig.7 - Pala rotorului hidraulic realizat cu datele calculate

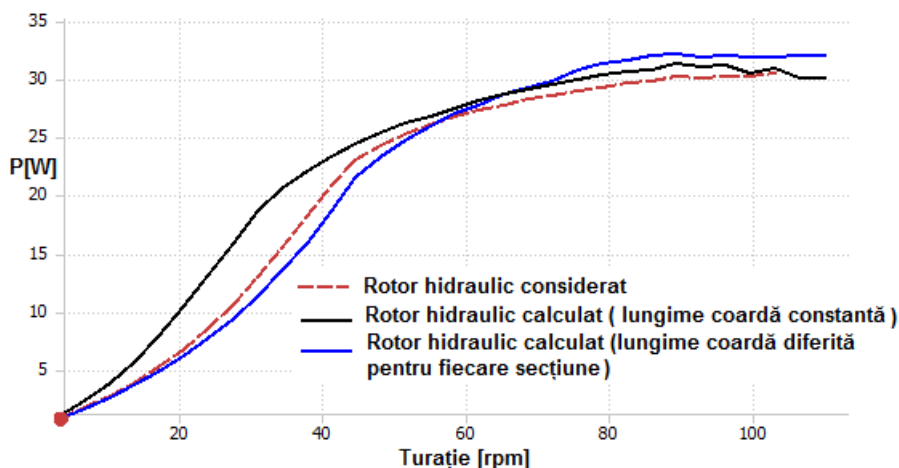


Fig.8 – Simulare pentru 3 variante de rotor hidraulic la viteza de 0,9 m/s

Având în vedere dimensiunile butucului și faptul că rotorul are 4 pale, lungimea maximă a coardei a fost de 0,105m. Se observă în graficul din figura 11 că varianta de rotor cu coarda variabilă de-a lungul lungimii palei are rezultate mai bune în zona de putere maximă și se constată o creștere a acesteia cu până la 7-8%. Pe baza acestor considerente se alege ca pala modelului experimental de rotor hidraulic să aibă lungimea coardei variabilă, determinată prin calcul în tabelul 1.

Rezultatele simulărilor efectuate cu aplicația Qblade au validat calculele de proiectare a palei rotorice propuse pentru realizarea modelului experimental de rotor cinetic. Calculele și simulările au fost efectuate pornind de la un rotor cu diametrul de 0,5m cu 4 pale de profil Gottingen 449. Modificările aduse au fost raportate la caracteristicile constructive ale acestuia pentru analiza în vederea optimizării. Rotorul rezultat are în consecință același diametru de 0,5m, aceeași lungime a paletelor de 0,2m și un butuc cu diametrul de 0,1m. Datorită limitărilor standului de încercare al turbinelor axiale, în vederea experimentării și testării se recurge la un model de rotor hidraulic experimental la scară redusă adaptat condițiilor de laborator. Tronsonul transparent de vizualizare are 375mm x 300mm x 1015mm. Diametrul modelului experimental al rotorului turbinei cinetice va avea un diametru maxim de 200 mm și în consecință modelul experimental de rotor hidraulic va fi realizat la scara de 1:2,5.

Distanța dintre peretele canalului și muchia palelor este de 50 mm pentru a reduce pe cât posibil influența pereților asupra curgerii. Desenul palei proiectate din figura 6 va fi exportat în imprimanta 3D pentru execuție. Pala dispune de o tijă centrală de fixare în butuc. Acest ax central va permite fixarea celor 4 pale și ajustarea cu precizie a unghiului de așezare β în eventualitatea încercărilor în mai multe variante de așezare a paletelor.

Palele vor fi fixate într-un butuc central care va asigura rigiditatea elementelor, reglajul unghiului de așezare al paletelor precum și legătura cu traductorul de cuplu. Desenele de ansamblu ale butucului sunt reprezentate în figurile de mai jos

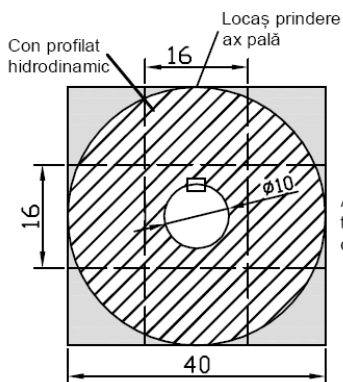


Fig.9 - Vedere din față a butucului

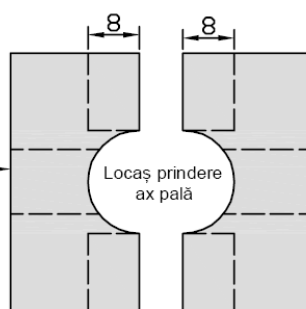


Fig.10 - Vedere din lateral a



Fig.11 - Vedere din față cu

S-a ales această variantă constructivă a butucului pentru a permite cu ușurință modificarea unghiului de așezare β al palelor în vederea încercării rotorului hidraulic în cât mai multe variante.

PN 16110107

REALIZAREA UNEI INSTALAȚII INOVATIVE DE FORAJ HIDROGEOLOGIC CU ACȚIONARE HIDRAULICĂ A SISTEMULUI DE MANEVRĂ SI ACȚIONARE MECANICĂ A CAPULUI DE FORAJ”.

FAZA1:Proiectare instalația de acționare hidraulică pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m”

Obiectivul proiectului constă în realizarea unei instalații inovative de foraj hidrogeologic cu acționare hidraulică a sistemului de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj și cu acționare mecanică a capului de foraj, cu adâncimea de lucru Hmax=125m și diametrul maxim forat Dmax=230mm. Denumirea comercială a acestei instalații de foraj va fi FA125.

Necesitatea realizării acestei instalații de foraj de tip FA125 a apărut din următoarele motive:

Este necesară o instalație de foraj hidrogeologic având caracteristici superioare instalațiilor ușoare de foraj FA75-U și FA100 realizate până acum, și anume:

Să aibă apăsare pe sapa de foraj prin intermediul unui mecanism de apăsare și avans acționat hidraulic, pentru a se permite forajul și în formațiuni geologice mai dificile (gresie, calcare, calcare fisurate, conglomerate, etc), în care instalațiile FA75-U și FA100 nu puteau performa. Instalația de foraj propusă, cu adâncimea de lucru Hmax=125m, poate să penetreze aceste straturi geologice dificile, deoarece are apăsare hidraulică pe sapa de foraj prin intermediul mecanismului de manevră și avans cu lanț și palan mobil acționat de un cilindru hidraulic. Deoarece puțurile de apă și pentru instalare de PDC pot fi situate în orice zone ale României, inclusiv cu straturi geologice dificile, apare necesitatea realizării unei instalații, cu apăsare hidraulică pe sapă, care poate fora și în aceste zone geologice dificile.

Să realizeze forajul la adâncimi relativ mari Hmax=125m care să permită:

O exploatare mai eficientă a pompelor de căldură PDC, cunoscându-se faptul că temperatura în formațiunile geologice din subteran este constantă, 10°C la 15m și crește cu 1°C pentru fiecare 10m de adâncime, deci o adâncime cât mai mare va determina o temperatură mai mare a agentului termic primar și o funcționare mai eficientă a PDC;

Exploatarea acviferelor subterane cu adâncimi mari, Hmax=100÷125m, având cea mai bună calitate a apei, (de exemplu, în zona București Ilfov, acviferul Frățești situat la adâncimi 120÷130 m are cea mai bună calitate a apei și instalația de foraj propusă va permite exploatarea acestui strat acvifer cu o calitate superioară a apei).

Forarea puțurilor de apă și pentru instalare de PDC în intervale mari de adâncime, până la 125m, deoarece straturile acvifere și straturile cu un bun transfer termic pot fi situate la diverse adâncimi, inclusiv la H>100m, în general sub 130m, pe tot teritoriul României.

Este necesară realizarea unei instalații ușoare de foraj puțuri apă cu adâncimea de lucru Hmax=125m mai simplificată și având costuri mai mici de fabricație decât instalația de foraj FA150, proiectată anterior. Deși există o necesitate reală de piață pentru o instalație de foraj cu apăsare pe sapa printr-un sistem hidraulic de manevră și avans, instalația FA150, cu acționare hidraulică completă, inclusiv a capului de foraj, presupune costuri prea mari de fabricație.

Prototipul instalației de foraj FA125 propusă, cu adâncimea de lucru Hmax=125m va putea fi introdus în fabricație, deoarece este mai simplu și are costuri mai mici de fabricație și de exploatare, poate fora la cel mai bun raport preț/calitate din România și are o cerere notabilă de piață

În cadrul acestei faze a fost concepută Instalația de foraj FA125, cu acționare hidraulică a sistemului de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, prin intermediul unui mecanism cu lanț cu role și zale scurte și a unui palan mobil, acționat de un cilindru hidraulic, și cu acționare mecanică a capului de foraj, de la un motor cu ardere internă pe benzină cu ax vertical.

Instalația de foraj propusă poate fora puțuri cu adâncimea maximă Hmax=125m și diametrul maxim Dmax=230mm în special pentru alimentare cu apă și pentru instalare de pompe de căldură.

Instalația de foraj propusă este constituită din 3 module:

A. Modulul instalației de acționare hidraulică, format din: aparatura hidraulică, furtunurile hidraulice și conexiunile furtunurilor hidraulice cu porturile aparaturii hidraulice grupul de presiune hidraulică format la rândul său din

suportul grupului de presiune, trenul de rulare manual cu 4 roți de roabă, rezervorul de ulei hidraulic, grupul motor-pompa hidraulică, radiatorul de ulei hidraulic, blocul distribuitor hidraulic PVG32, suportul blocului distribuitor.

B. Modulul de foraj care conține:

- Mastul de foraj cu mecanismul de manevră și avans cu lanț cu role și zale scurte și palan mobil acționat de un cilindru hidraulic;
- Capul de foraj acționat mecanic de la un motor cu ardere internă pe benzină cu ax vertical care conține:
- Sania capului de foraj, Suportul capului de foraj, Cuplaj centrifugal, Lăgăruirea capului de foraj, Capul de spălare, Dispozitivul antirotație cap spălare, Comanda accelerației motorului.
- Capra mast;
- Suportul de bază.
- Broasca cu 2 pene pentru suspendarea și blocarea garniturii de prăjini de foraj la podul sondei;
- Trenul de rulare manual cu 4 roți de roabă ale suportului de bază și o roată demontabilă pentru sprijinul mastului în poziție de transport orizontală;
- Troliu manual cu clichet stg.-dr. pentru rabaterea mastului din poziție orizontală de transport în poziție verticală de lucru. Mastul se rotește în jurul bolțului transversal de fixare al caprei mastului.
- Dispozitiv de ancorare la sol.

C. Modulul de circulație al fluidului de foraj, compus din: Grupul motopompă pentru circulația fluidului de foraj și Manifoldul pompei de foraj.

A fost realizat **Breviarul de calcul pentru instalația de acționare hidraulică.**

- a. S-au stabilit preliminar parametrii de rotație pentru garnitura de prăjini de foraj;
- b. S-a calculat sarcina de lucru necesară la cârlig.
- c. S-au făcut verificări de rezistență pentru garnitura de prăjini de foraj:
 - Verificarea la tracțiune a prăjinilor;
 - Verificarea la torsiune a prăjinilor;
 - Verificarea prăjinilor la solicitare compusă (Întindere+Torsiune);
 - Verificarea filetului NW la solicitare compusă (Întindere+Torsiune);
 - Verificarea filetului NW 3 pași pe țol al prăjinilor de foraj la presiunea de strivire;
 - Verificarea sudurii prăjinilor de foraj cu filet NW la solicitare compusă (Întindere + Torsiune);
 - Verificarea filetului reducăției M55x1,4 a capului de spălare:
 - Verificarea filetului M55x1,5 la tracțiune;
 - Verificarea filetului M55x1,5 la momentul de torsiune la sapă;
 - Verificarea filetului M55x1,5 la strivire.

S-a realizat calculul instalației de acționare hidraulică: Folosind datele din literatura de specialitate, s-au ales preliminar motorul cu ardere internă pe benzină și pompa hidraulică cu pistonă axiale pentru acționarea grupului de presiune hidraulică;

- S-a ales din graficul Moment-Putere / Turația al motorului puterea nominală de moment maxim al motorului;
- S-a calculat puterea nominală transferată de la grupul de presiune;
- S-a calculat presiunea nominală de lucru în circuitul hidraulic de acționare;
- S-a calculat debitul nominal în circuitul hidraulic;
- S-a ales cilindrul hidraulic de acționare al mecanismului de manevra și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil;
- S-a stabilit presiunea pe compartimentul de jos al cilindrului, pentru realizarea apăsării pe sapă, presiune reglabilă din supapa de presiune a distribuitorului PVG32;
- S-a calculat forța în tija cilindrului la ridicarea sarcinii;
- S-a calculat forța maximă utilă la cârlig, la ridicarea sarcinii;
- Se verifică ca și forța maximă utilă la cârlig, la ridicarea sarcinii să fie mai mare decât sarcina de lucru necesară la cârlig;
- S-a calculat forța în tija cilindrului la apăsarea pe sapă;
- S-a calculat forța maximă la cârlig de apăsare pe sapă;
- S-a verificat ca și forța maximă de apăsare pe sapă să fie mai mică decât greutatea modulului de foraj, astfel se va produce ridicarea modulului de foraj al instalației FA125;
- S-a ales din literatura de specialitate viteza recomandată de ridicare a sarcinii la cârlig $V_c=0.1$ m/sec;
- S-a calculat viteza pe tija cilindrului la ridicarea sarcinii;

- S-a calculat viteza efectivă de ridicare la cârlig;
- S-a verificat ca și viteza efectivă de ridicare la cârlig să fie mai mare sau egală cu viteza recomandată de ridicare a sarcinii la cârlig;
- S-a calculat puterea hidraulică consumată pe cilindru hidraulic la ridicarea sarcinii la cârlig;
- S-a făcut alegerea diametrelor nominale ale conductelor de aspirație și refulare a pompei hidraulice și de alimentare a cilindrului hidraulic;
- S-a realizat calculul volumului de ulei hidraulic al rezervorului de ulei hidraulic;
- S-a verificat ca și volumul efectiv de ulei al rezervorului să fie mai mare decât volumul de ulei recomandat.

A fost realizat **Breviarul de calcul pentru parametrii forajului rotativ-hidraulic cu circulație directă de fluid de foraj.**

S-a realizat Calculul parametrilor necesari rotirii garniturii de prăjini pentru foraj rotativ hidraulic cu circulație directă de fluid de foraj:

S-au calculat parametrii necesari rotirii garniturii de prăjini pentru foraj rotativ hidraulic cu circulație directă de fluid de foraj. S-au folosit ca date de intrare, diametrul setului de sape de foraj, turația nominală la sapa de foraj, diametrul exterior al prăjinii de foraj.

S-au calculat vitezele periferice pentru fiecare sapă de foraj. S-au calculat apăsarea pe sapa de foraj, puterile necesare pentru fiecare sapă de foraj, momentele necesare pentru fiecare sapă de foraj.

S-a verificat dacă Momentul efectiv obținut la capul de foraj este acoperitor față de momentul necesar la sapa de foraj pentru adâncimea maximă forată $H_{max}=125m$ și diametrul maxim forat $D_{max}=230mm$.

S-a realizat Calculul parametrilor forajului uscat cu șnec.

S-au calculat parametrii forajului uscat cu șnec. S-au folosit 3 diametre de șnecuri, se introduce apăsarea pe fiecare șnec, s-au obținut adâncimile la care se poate foră cu fiecare tip de șnec.

S-a realizat Calculul parametrilor sistemului de circulație cu fluid de foraj.

S-au calculat parametrii necesari sistemului de circulație cu fluid de foraj.

S-au introdus ca date de intrare, vitezele ascensionale recomandate pentru fluidul de foraj (nr.=7), diametrul sabelor de foraj (nr.=5).

S-au calculat ariile spațiului inelar pentru fiecare sapă, și debitul necesar de fluid de foraj (matrice, 7 linii= vitezele ascensionale, 5 coloane= nr. sabelor de foraj).

S-a calculat presiunea necesară pentru pomparea fluidului de foraj, folosind ca date de intrare 5 debite pentru fiecare sapă de foraj obținute pentru o viteză ascensională optimă. S-au calculat 5 căderi de presiune în interiorul prăjinilor de foraj, 5 căderi de presiune în spațiul inelar dintre prăjină și puț, 5 căderi de presiune în interiorul niplurilor prăjinilor, căderea de presiune dată de circulația de suprafață. S-au calculat 5 căderi de presiune totale ca suma a căderilor de presiune calculate anterior.

S-a calculat puterea necesară pompei de noroi. S-au introdus ca date de intrare cele 5 debite necesare de fluid de foraj și cele 5 presiuni necesare calculate anterior, s-au obținut 5 puteri necesare pentru pompa de noroi.

Știind debitele maxime necesare în sistemul de circulație și presiunea maximă necesară sistemului de circulație pentru un anumit debit, necesare forării puțului cu $H_{max}=125m$ și $D_{max}=230mm$, s-a putut alege grupul motopompă pentru circulația fluidului de foraj.

A fost proiectată instalația de acționare hidraulică a instalației de foraj FA125.

Manevrarea garniturii de prăjini de foraj cât și apăsarea pe sapă pentru instalația de foraj FA125 este realizată prin sistemul de manevră și avans al mastului, acționat de un cilindru hidraulic și cu un mecanism cu lanț și palan mobil, (dublează cursa, înjumătățește forța). Acest cilindru hidraulic este acționat de instalația de acționare hidraulică, compusă din aparatura hidraulică necesară, furtunurile și conexiunile hidraulice necesare conectării elementelor de aparatură hidraulică, grupul de presiune hidraulică transportabil care la rândul său este format din șasiu, tren rulare, grup motor cu ardere internă-pompă hidraulică cu pistonase axiale, rezervor ulei hidraulic, suportul blocului distribuitor PVG32. Este folosit un Bloc de distribuție proporțional PVG32 care realizează distribuția puterii hidraulice de la grupul de presiune la consumator (cilindru hidraulic de acționare al mecanismului de manevră și avans cu lanț și palan mobil).

Modulele proporționale ale blocului de distribuție PVG32 permit reglarea în mod proporțional, din cursa manetei distribuitorului a debitul de ulei hidraulic și a vitezei de ridicare și coborâre la cârlig.

În Schema hidraulică a fost reprezentat schematic consumatorul principal de putere hidraulică, cilindru hidraulic de acționare al mecanismului cu lanț și palan mobil al mastului pentru manevrarea garniturii de prăjini de foraj și realizarea apăsării pe sapă, și legăturile sale (liniile hidraulice A și B) cu Blocul de distribuție proporțional PVG32.

Pentru răcirea uleiului hidraulic, la depășirea temperaturii recomandate pentru uleiul hidraulic H46A și anume $T=50^{\circ}$, pe linia de refulare către rezervor, este montat un radiator de ulei hidraulic termostatat. Radiatorul de ulei este acționat de un motor CC 12V 16A alimentat de la alternatorul și redresorul motorului cu ardere internă al grupului de presiune, Pornirea motorului radiatorului de ulei se face de către termostatul electric, la depășirea temperaturii recomandate a uleiului de $T=50^{\circ}$.

Pentru instalația de acționare hidraulică au fost realizată schema hidraulică, desenul de ansamblu al instalației de acționare hidraulică, și au fost proiectate subansamblurile și reperatele instalației hidraulice care vor trebui fabricate și anume:

- A fost proiectat grupul de presiune hidraulică;
- A fost proiectat ansamblul grupului de presiune motor-pompă hidraulică;
- A fost proiectat subansamblul „Suport pompă”;
- A fost proiectat subansamblul „Cuplaj elastic cu disc frontal”, pentru care s-au făcut calculele de verificare de rezistență, și s-au proiectat următoarele reperate: Semicupla 1, Semicupla 2, Șurub de pășuire M8, Bucșa cu umăr, Disc elastic.
- A fost proiectat șasiul grupului de presiune hidraulică;
- A fost proiectat trenul de rulare al grupului de presiune hidraulică;
- A fost proiectat rezervorul grupului de presiune hidraulică;
- A fost proiectat „Ansamblu conductă evacuare 1-1/4”;
- A fost proiectat „Ansamblu admisie pompă 1-1/4”;
- A fost proiectat „Ansamblu conductă filtru refulare”;
- A fost proiectat subansamblul „Colector refulare”;

A fost selectată aparatura hidraulică a instalației de acționare hidraulică (cilindrul hidraulic pentru acționarea mecanismului de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil, blocul distribuitor PVG32, supapa de presiune pilotată contrabalansată deblocabilă, radiatorul termostatat de ulei hidraulic, filtru de umplere și aerisire, filtrul de retur, indicator de nivel cu termometru, supapă de sens Rp1”, Manometru $\varnothing 100$ 250bar, Robinet cu sferă Rp1-1/4”) și componentele de legătură hidraulice dintre acestea (țeavi, furtunuri hidraulice, fittinguri hidraulice, etc...).

Faza 2: „Proiectarea structurii de rezistență a instalației de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ (Mast cu sistemul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, acționat hidraulic, și suport baza instalație de foraj, sistem de transport manual)”

În scopul dimensionării de proiectare a structurii de rezistență a instalației de foraj FA125, compusă din mast, capră mast și suport de bază, s-a verificat rezistența acesteia prin metoda **Analizei Statice cu element finit**.

Structura de rezistență calculată prin metoda analizei statice cu element finit se compune din mastul instalatei de foraj, capra mast și suportul de bază.. S-a analizat 1 combinație de încărcări elementare:

Combinația de încărcări fiind rezultată din Greutatea proprie a structurii+ Sarcina maximă la cârlig $F_c=1490$ daN după direcția (+) a axei Y+ Momentul reactiv al capului de foraj asupra mastului $M=5500$ daN*cm, după direcția (-) a axei Y;

Etapele de calcul cu analiza statică cu element finit a structurii de rezistență FA125, folosind programul specializat **MSC Visual Nastran for Windows 2003**, au fost:

- a. Alegerea setului de unități de măsură folosit;
- b. Alegerea proprietăților de material;
- c. Modelarea geometrică a structurii de rezistență;
- d. Modelarea cu element finit a structurii de rezistență;
- e. Introducerea rezemării structurii de rezistență;
- f. Introducerea încărcărilor elementare și stabilirea combinațiilor de încărcări;
- g. Realizarea analizei statice cu element finit;
- h. Obținerea rezultatelor analizei statice cu element finit și anume a deformațiilor maxime și a eforturilor unitare maxime, pe combinații de încărcări, interpretarea rezultatelor;
- i. Obținerea reacțiunilor pentru structura calculată;
- j. Concluzii la analiza cu element finit a structurii de rezistență.

In urma rulării analizei statice cu element finit s-au obținut următoarele eforturi unitare maxime în elementele structurii de rezistență pentru combinația de încărcări C1 rezultată din Greutatea proprie a structurii+ Sarcina maximă la cârlig $F_c=1490$ daN+ Momentul reactiv al capului de foraj asupra mastului $M=5500$ daN*cm, și anume:

1. Pentru elementele tip grindă-BEAM, Cel mai mare efort unitar de compresiune pe fibra comprimată a elementelor $\sigma_{rezult\ compresiune} = -700.8 \text{ daN/cm}^2$, în barele pătrate $6 \times 6 \times 0,4 \text{ cm}$, lateral stg. suportul de bază; Materialul este E315 și $\sigma_{rezult\ compresiune} = 700.8 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{curgere} = 3150 \text{ daN/cm}^2$

Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \sigma_{curgere} / \sigma_{rezult\ compresiune} = 3150 / 700.8 = 4.49 >$ Coeficientul de siguranță recomandat de STAS 1909-89 $C_r = \sigma_{curgere} / \sigma_{admisibil} = 3150 / 2500 = 1.26$, deci structura rezista pentru combinația de încărcări C1.

2. Pentru elementele tip grindă-BEAM, Cel mai mare efort unitar de întindere pe fibra întinsă a elementelor $\sigma_{rezult\ întindere} = 692.1 \text{ daN/cm}^2$, în barele pătrate $6 \times 6 \times 0,4 \text{ cm}$, lateral stg suport bază. Materialul este E315 și $\sigma_{rezult\ întindere} = 692.1 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{curgere} = 3150 \text{ daN/cm}^2$

Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \sigma_{curgere} / \sigma_{rezult\ întindere} = 3150 / 692.1 = 4.55 >$ Coeficientul de siguranță recomandat de STAS 1909-89 $C_r = \sigma_{curgere} / \sigma_{admisibil} = 3150 / 2500 = 1.26$, deci structura rezista pentru combinația de încărcări C1.

3. Pentru elementele tip înveliș-SHELL, Rezultanta eforturilor unitare în elemente, $\sigma_{VonMises} = 236.22 \text{ daN/cm}^2$, în plăcile de fixare ale mastului de capra mast. Materialul este S355JR și $\sigma_{VonMises} = 236.22 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{curgere} = 3550 \text{ daN/cm}^2$

-Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \sigma_{curgere} / \sigma_{VonMises} = 3550 / 236.22 = 15 >$ Coeficientul de siguranță recomandat de STAS 1909-89 $C_r = \sigma_{curgere} / \sigma_{admisibil} = 3550 / 2800 = 1.26$, deci structura rezista pentru combinația de încărcări C1.

Pentru aceste eforturi unitare rezultante maxime obținute în urma analizei combinației C1, sunt îndeplinite condițiile de rezistență impuse., ceea ce arată ca structura rezistă la încărcările la care a fost supusă.

Încărcările dinamice sunt fenomene care se caracterizează în general prin variația bruscă a factorilor perturbatori într-un interval scurt și relevant de timp, deci avem în vedere aici fenomene de încărcări prin șoc, variații bruște de viteze, accelerații, forțe, ale factorilor perturbatori în general, mase în mișcare cu energie cinetică pe care o transmit în urma impactului structurii, forțe inerțiale mari, accelerații de demaraj mari, frânări bruște, influența amortizării asupra acestor fenomene, etc.

Printre încărcările depistate ca fiind cele mai periculoase pentru o instalație de foraj, se numără și încărcarea dinamică de smulgerea garniturii de prăjini de foraj din prinderea sapei în puțul forat, fenomen dinamic care a fost înregistrat în condiții reale de lucru la sondă, rezultând o diafragmă a variației sarcinii la cârlig în timp, pe durata acestui fenomen dinamic. De aceea, s-a realizat și **analiza dinamică cu element finit** a instalației de foraj FA125, la încărcarea încărcarea dinamică de smulgerea a garniturii de prăjini de foraj din prinderea sapei în puțul forat, efectuându-se pentru aceasta următoarele tipuri de analiză dinamică cu element finit:

a. Calcularea modurilor proprii de vibrație și a frecvenței proprii ale structurilor de rezistență;

b. Analiza Dinamică cu răspuns în Timp, care are submetodele:

b1. Analiza Dinamică Directă cu răspuns în Timp;

b2. Analiza Dinamică Modală cu răspuns în Timp;

c. Analiza Dinamică cu răspuns în Frecvență, care are submetodele:

c1. Analiza Dinamică Directă cu răspuns în Frecvență;

c2. Analiza Dinamică Modală cu răspuns în Frecvență.

a. Calcularea modurilor proprii de vibrație și a frecvenței proprii ale structurilor de rezistență.

Este importantă cunoașterea modurilor proprii și a frecvențelor proprii ale unei structuri, deoarece în cadrul unui fenomen dinamic se produce un schimb substanțial între energia potențială stocată în elementele elastice ale structurii cu energia cinetică a maselor în mișcare care acționează asupra structurii. Când frecvențele proprii ale sistemului (cu energia potențială stocată în elementele elastice) sunt apropiate sau coincid cu frecvențele factorilor perturbatori (cu energia cinetică a maselor în mișcare) atunci apare fenomenul de rezonanță; Se produce un schimb total, violent și periculos între energiile celor 2 sisteme care interacționează și care duce la un răspuns de mare amplitudine a structurii excitate.

Pentru structura FA125 s-au calculat primele 10 moduri proprii și frecvențe proprii de vibrație.

b1. Analiza Dinamică Directă cu Răspuns în Timp

Perturbația dinamică este în acest caz sarcina la cârlig cu amplitudinea $F_c = 1490 \text{ daN}$ care este variabilă în timp după o oscilogramă experimentală înregistrată în timpul smulgerii garniturii de prăjini de foraj din prinderea la sapă (funcția $F_c = F(t)$) reprezentată grafic). În cadrul analizei directe cu răspuns în timp se studiază variația sarcinii la cârlig pe intervalul unei perioade $T_\omega = 2,94 \text{ sec}$, interval care este parcurs direct, pas cu pas cu incrementul de timp $\Delta T = 0,015 \text{ sec}$ (200 de pași ai analizei, durata răspunsului calculat $DRC = 3 \text{ sec}$). Parametrii analizei dinamice cu răspuns

în timp sunt: Number of Steps=200; Time per Step=0.015 sec; Output Interval=1. Se folosește un coeficient global de amortizare structurală $G=0.1$, raport critic de amortizare 5% din amortizarea vâscoasă echivalentă (avem relația $G=2*5\%$). Se alege un set de date de ieșire (deplasări, viteze, accelerații), pentru fiecare pas al analizei. În urma analizei modale cu răspuns în timp, ca date de ieșire ale analizei, sub formă grafică, deplasările pentru nodurile structurii funcție de timp, și eforturile maxime de compresiune de pe fibrele comprimate ale elementelor, tot funcție de timp.

Interpretarea rezultatelor analizei dinamice directe cu răspuns în timp

După efectuarea analizei dinamice directe cu răspuns în timp se studiază graficele:

Graficul Deformațiilor funcție de timp în nodurile relevante de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987). Se comandă programului FEA să facă un grafic Deplasare= F(timp) (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru nodurile reprezentative de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987)

Se obțin deplasările cele mai mari $D_{dinamic}=0.826$ cm la momentul de timp $t=0.375$ sec. Se obține un coeficient dinamic de majorare a deplasărilor $C_d=D_{dinamic}/D_{static}=0.826\text{cm} / 0.475\text{cm}=1.73$

Este prezentată Planșa cu deplasările structurii la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

-B.Graficul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor, funcție de timp, pentru elementele relevante (El. 129, 130, barele $6 \times 6 \times 0,4\text{cm}$, suport baza stg.). Se comandă programului FEA să facă un grafic Eforturi Unitare= F(timp) (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru aceste elemente relevante.

Se obțin maximul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor= -982.18 daN/cm² în elementul 130 la momentul $t=0.375\text{sec}$. Se obține un coeficient dinamic de majorare a eforturilor unitare $C_{eu}=Efort_unitar_dinamic/Efort_unitar_static=982.18/700.8=1.4$.

Este prezentată Planșa cu Tensiunile de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

Analiza Dinamică Modală cu Răspuns în Timp

În cadrul Analizei Dinamice Modale cu răspuns în Timp, diferența față de analiza directă în timp, este că amortizarea structurii va fi o funcție de modurile proprii ale sale, obținându-se astfel un răspuns mai corect.

Elementul perturbator pentru analiza dinamică, și anume variația în timp a sarcinii la cârlig F_c în timpul smulgerii garniturii de prăjini din prinderea la sapă se introduce identic ca la punctul Analiza Dinamică Directă cu Răspuns în Timp. Diferența față de Analiza Directă Tranzientă, este că, la Analiza Modală Tranzientă se mai creează o funcție suplimentară depinzând de frecvență (în intervale de frecvență apropiate frecvențelor proprii naturale), care se atașează amortizării structurii (vom avea definită valoarea amortizării critice de $5\%=0,05$ definită pe intervalul $[0...230\text{Hz}]$, acoperitor față de frecvențele proprii ale structurii FA125; aceasta este funcția 2. Amortizare_Modală). Se folosesc aceiași parametri ai analizei cu răspuns în timp: Number of Steps=200; Time per Step=0.015 sec; Output Interval=1. În urma analizei modale cu răspuns în timp, se obțin ca date de ieșire ale analizei, sub formă grafică, deplasările pentru nodurile structurii funcție de timp, și eforturile maxime de compresiune de pe fibrele comprimate ale elementelor, tot funcție de timp.

Interpretarea rezultatelor analizei dinamice modale cu răspuns în timp

După efectuarea analizei dinamice modale cu răspuns în timp se studiază graficele:

Graficul Deformațiilor funcție de timp în nodurile relevante de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987). Se comandă programului FEA să facă un grafic Deplasare= F(timp) (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru nodurile reprezentative de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987).

Se obțin deplasările cele mai mari $D_{dinamic}=0.794$ cm la momentul de timp $t=0.375$ sec. Se obține un coeficient dinamic de majorare a deplasărilor $C_d=D_{dinamic}/D_{static}=0.794\text{cm} / 0.475\text{cm}= 1.67$.

Este prezentată Planșa cu deplasările structurii la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

Graficul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor, funcție de timp, pentru elementele relevante (El. 129, 130, barele $6 \times 6 \times 0,4\text{cm}$, suport baza stg.). Se comandă programului FEA să facă un grafic Eforturi Unitare= F(timp) (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru aceste elemente relevante.

Se obțin maximul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor= -984.1 daN/cm² în elementul 130 la momentul $t=0.375\text{sec}$. Se obține un coeficient dinamic de majorare a eforturilor unitare $C_{eu}=Efort_unitar_dinamic/Efort_unitar_static=984.1/700.8=1.404$.

Este prezentată Planșa cu Tensiunile de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

Analiza Dinamică Directă cu Răspuns în Frecvență

Scopul analizei dinamice directe cu răspuns în frecvență este acela de stabilire a frecvențelor periculoase de rezonanță, situația în care poate apărea un răspuns dramatic produs de perturbațiile dinamice date de sarcina la cârlig. Aceste frecvențe de rezonanță se caută într-un interval de frecvențe de [1..230Hz], acoperitor față de frecvențele proprii ale structurii FA125, interval care în cazul analizei directe este parcurs pas cu pas cu increment de frecvență $DF=1\text{Hz}$.

Mai întâi se face o Analiză Modală și se descoperă primele 10 frecvențe naturale și primele 10 moduri naturale de deformare ale structurii FA125. Se creează apoi funcția dependentă de frecvență 3. Frecvența_variabila (valoare unitară 1 pe intervalul [0...230Hz] acoperitor față de frecvențele proprii). Această funcție va fi atașată sarcinii unitare la cârlig $F_c=1$. Se mai creează funcția pentru intervalul de soluție al frecvenței și anume 4. Soluția_frecvenței (se definește incrementul de frecvență $DF=1$ pentru parcurgerea directă a intervalului [0...230Hz]).

În cadrul acestui tip de analiză, "răspuns în frecvență" înseamnă că se depistează frecvențele periculoase de rezonanță; termenul "directă" înseamnă că se parcurge pas cu pas cu incrementul $\Delta x=1\text{ Hz}$, intervalul de frecvență; incrementul de frecvență se mai notează și DF ($D=\text{direct}$ $F=\text{frecvență}$), după cum incrementul de timp se nota DT ($D=\text{direct}$ $T=\text{timp}$). În opoziție cu analiza "directă", după cum s-a mai arătat, există analiza "modală". Termenul "modal" arată ca, neapărat, mai întâi se execută o analiză de moduri naturale, care sunt utilizate apoi pentru realizarea analizei modale, cu răspuns în frecvență sau cu răspuns în timp.

Interpretarea rezultatelor analizei dinamice directe cu răspuns în frecvență

În urma analizei dinamice directe cu răspuns în frecvență se obține graficul deformațiilor pentru nodurile de la vârful mastului FA125, funcție de frecvențele posibile de rezonanță, având ca perturbație sarcina la cârlig. Intervalul de studiu de frecvențe [0...230Hz] a fost parcurs DIRECT cu un increment de frecvență $DF=1\text{ Hz}$. Frecvențele și perioadele de rezonanță obținute în urma analizei sunt:

| | |
|---------------------|---------------------------|
| $F_1=11\text{ Hz}$ | $T_1=0,09\text{ sec}$; |
| $F_2=51\text{ Hz}$ | $T_2=0,019\text{ sec}$; |
| $F_3=115\text{ Hz}$ | $T_3=0,0086\text{ sec}$; |
| $F_4=145\text{ Hz}$ | $T_4=0,063\text{ sec}$. |

Analiza Dinamică Modală cu Răspuns în Frecvență

Scopul analizei dinamice modale cu răspuns în frecvență este să depistăm frecvențele periculoase de rezonanță unde poate apărea un răspuns dramatic amplificat obținut în urma perturbațiilor dinamice constituite de sarcina la cârlig. În cadrul analizei dinamice modale se execută mai întâi o analiză de moduri proprii și apoi se face o restartare a programului pentru a folosi frecvențele proprii în cadrul analizei dinamice.

Diferența față de analiza directă este că nu se mai definește intervalul de frecvențe de studiat pe care îl baleiam pas cu pas cu un increment de frecvență; la analiza modală, intervalul de studiu se creează singur pe baza frecvențelor proprii; față de frecvențele proprii pivot se formează câte o bandă de frecvență stânga-dreapta de intrare față de care se studiază rezonanța răspunsului. Se obține astfel o analiză mult mai eficientă, deoarece nu se caută frecvențele periculoase de rezonanță decât în jurul frecvențelor proprii ale structurii studiate, față de care o să se producă rezonanța. Se formează forța dependentă de frecvență pe care se aplică în nodurile critice. Se folosește funcția 3. Frecvența_variabila (cuplurile de valori în frecvență ($x=0\text{Hz}$, $y=1$; $x=230\text{Hz}$; $y=1$) care se atașează amplitudinii unitare $F_c=1$. Pentru definirea amortizării funcție de frecvențe se folosește funcția 2. Amortizare Modală (se definește valoarea amortizării critice $5\%=0,05$ definită pe intervalul [0...230Hz], acoperitor față de frecvențele proprii ale structurii FA125). Se definește o amortizare critică $a=0,05$ constantă pe tot intervalul de frecvențe proprii, dar folosind datele din literatura de specialitate, valoare amortizării globale se poate introduce cu valori diferite în funcție de frecvențele proprii ale structurii.

Se formează funcția 7. Modal Frequency Table care precizează benzile de frecvență din jurul frecvențelor proprii studiate, În urma analizei modale cu răspuns în frecvență, se obțin ca date de ieșire ale analizei, sub formă grafică, deplasările pentru nodurile de la vârful mastului FA125 funcție de frecvențele de rezonanță având ca perturbație sarcina la cârlig.

Interpretarea rezultatelor analizei dinamice modale cu răspuns în frecvență.

În urma analizei dinamice modale cu răspuns în frecvență se obține graficul deformațiilor pentru nodurile de la vârful mastului FA125, funcție de frecvențele posibile de rezonanță, având ca perturbație sarcina la cârlig. Intervalul de studiu de frecvențe a fost realizat față de frecvențele proprii pivot pentru care s-a realizat câte o bandă de frecvență

stânga-dreapta de intrare față de care se studiază rezonanța răspunsului. Avem de a face astfel cu o analiză mult mai eficientă.

Frecvențele de rezonanță sunt:

F1=12 Hz T1=0,083 sec;

F2=52Hz T2=0,019 sec;

F3=105 Hz T3=0,095 sec;

F4=141 Hz T4=0,070 sec.

Având în vedere Calculele pentru analiza statică și dinamică a structurii de rezistență a instalației FA125, realizate în această fază, se constată că au fost obținute toate elementele în baza cărora au putut fi realizate desenul de ansamblu al instalației de foraj FA125 și desenele de execuție pentru fiecare subansamblu și reper constituent în parte a structurii de rezistență FA125 și anume:

-Modulul structurii de rezistență a instalației de foraj FA125;

-Mast FA125;

-Structură mast FA125;

-Mecanismul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil acționat de cilindru hidraulic;

-Capra mast FA125;

-Suport de bază al instalației de foraj FA125;

-Sistem de rabatere mast acționat de troliu manual;

-Tren rulare FA125;

-Dispozitiv de ancorare la sol;

-Roata rezemare mast;

-Dispozitivul de rezemare la sol în timpul rabaterii mastului.

Faza 3: „Proiectarea capului de foraj, a prăjiniilor de foraj, a broaștei cu pene, a setului de sape de foraj și a manifoldului pompei de foraj pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ ”

Realizarea finală a prototipului instalației de foraj FA125 și continuitatea proiectului presupune în cadrul acestei faze terminarea proiectării instalației de foraj FA125 prin realizarea documentației de execuție pentru următoarele subansamble și ansamble:

-Capul de foraj FA125;

-Căruciorul capului de foraj FA125;

-Broasca cu 2 pene FA125;

-Setul de prăjini de foraj FA125;

-Setul de sape de foraj FA125;

-Manifoldul pompei de foraj FA125;

-Ansamblului instalației de foraj FA125.

A fost proiectat capul de foraj al instalației de foraj FA125.

Capul de foraj FA125 realizează următoarele funcții:

-Rotirea și transmiterea momentului la garnitura de prăjini de foraj, de la un motor cu ardere internă pe benzină cu ax vertical și prin intermediul unui cuplaj centrifugal, al unui reductor planetar și al lagăruirii cu rulmenți radiali-axiali a capului de foraj;

-Manevrarea secvențială pe verticală a garniturii de prăjini de foraj (introducere / scoatere pas cu pas, a unui pas de prăjină din garnitura de prăjini de foraj), prin intermediul mecanismului de manevră și avans al mastului cu mecanism cu lanț cu role și zale scurte și palan mobil acționat de un cilindru hidraulic

-Suspendarea garniturii de prăjini de foraj, prin intermediul mecanismului de manevră și avans al mastului;

-Apăsarea pe sapă, prin intermediul mecanismului de manevră și avans al mastului;

-Injectarea de fluid de foraj sub presiune în interiorul garniturii de prăjini de foraj, concomitent cu rotirea acesteia, prin intermediul capului de spălare.

Capul de foraj FA125 culisează pe verticală pe mastul FA125 prin intermediul unui cărucior cu role cu ghidare transversală și longitudinală pe ghidajul mastului, mișcarea verticală sus/jos fiind realizată prin intermediul mecanismului de manevră și avans al mastului cu lanț cu role și palan mobil, acționat de un cilindru hidraulic. Jocul rolor de ghidare pe ghidajul mastului este reglabil prin intermediul unui mecanism cu ax excentric pentru fiecare rolă.

Ansamblul propriu zis al capului de foraj este demontabil față de cărucior, suportul capului de foraj intrând în cărucior prin lunecare transversală, în locașul sertarului capului de foraj, și fiind asigurat prin sertarul capului de foraj, fixat în șuruburi de căruciorul capului de foraj. Prin aceasta, se poate asigura transportul modular, convenabil a instalației de foraj FA125, structura e rezistență fiind transportată ca un modul separat, iar capul de foraj ca alt modul separat, capul de foraj fiind transportat detașat de instalația de foraj, fixat de suportul de transport al capului de foraj, în poziție verticală, pentru a se preveni inundarea cu benzina a carburatorului și a filtrului de aer al motorului cu ardere internă cu ax vertical de acționare al capului de foraj.

S-a ales un motor cu ardere internă pe benzină cu ax vertical datorită criteriului impus prin tema de proiectare, de a se asigura independență energetică a instalației de foraj FA125 în timpul forajului. S-a ales folosirea unui motor cu ardere internă cu ax vertical pe benzină și nu a unui cu ax orizontal pentru simplificarea transmisiei și evitarea folosirii unui reductor conic. Turația se reglează prin comanda accelerației motorului.

Este necesară intercalarea unui cuplaj centrifugal între motor și reductor, deoarece există necesitatea următoarelor funcții realizate de cuplajul centrifugal:

- Cuplajul centrifugal permite pornirea motorului în sarcină;
- Cuplajul centrifugal preluarea întregului cuplu maxim al motorului la turația mai mică decât turația nominală de moment maxim;
- Are rol de protecție la suprasarcină în timpul forajului, dacă se produce blocarea sapei de foraj;
- Asigură decuplarea garniturii de prăjini față de motor, în timpul opririi motorului sau în relanti, la turații reduse, pentru a se putea permite înfiletarea / desfiletarea unui pas de prăjină la introducerea/scoaterea secvențială a unui pas de prăjină în garnitura de prăjini de foraj.

Este necesară intercalarea lăgăruirii capului de foraj între reductorul planetar și capul de spălare deoarece, lăgăruirea capului de foraj realizează preluarea sarcinii axiale datorită greutatei coloanei de prăjini și datorită forței de apăsare pe sapă. În acest fel, sarcinile axiale nu sunt preluate de reductorul planetar a cărui viață de utilizare crește astfel. Canelură reductorului planetar se mișcă axial liber în canelura arborelui lăgăruirii, se preia decât moment de torsiune prin canelură.

Capul de spălare al capului de foraj realizează injectarea fluidului de foraj în garnitura de prăjini concomitent cu rotirea garniturii de prăjini. Capul de spălare are un dispozitiv antirotație fixat între lăgăruirea capului de foraj și capul de spălare pentru a nu se permite rotirea carcusei capului de spălare odată cu axul capului de spălare.

Comanda accelerației motorului este constituită dintr-un bușon șoc de automobil „Dacia”, asigură comanda accelerației motorului prin împingere / scoatere a bușonului șocului, cu menținerea poziției de reglaj;

Motorul cu ardere internă este prins cu șuruburi de suportul capului de foraj, reductorul este prins cu prezoane cu umăr de suportul capului de foraj, suportul capului de foraj este fixat de sania capului de foraj fiind asigurat prin sertarul capului de foraj, fixat în șuruburi în locașul sertarului saniei capului de foraj.

Capul de foraj FA125 este compus din următoarele subansamble și echipamente principale:

- Cărucior cap foraj FA125;
- Suport cap foraj FA125;
- Sertar cap foraj FA125;
- Motor cu ardere internă cu ax vertical, pe benzină, P=13,5 CP;
- Reductor Planetar;
- Cuplaj centrifugal FA125;
- Lăgăruire cap foraj FA125;
- Cap spălare FA125;
- Dispozitiv antirotație cap spălare;
- Comanda accelerației motorului;

În această etapă, au fost proiectate subansamblele principale ale capului de foraj FA125, după cum urmează:

- Cărucior cap foraj FA125;
- Suport cap foraj FA125;
- Sertar cap foraj FA125;
- Cuplaj centrifugal FA125;
- Lăgăruire cap foraj FA125;
- Cap spălare FA125;
- Dispozitiv antirotație cap spălare;
- Comanda accelerației motorului;

Subansamblul „**Cărucior cap foraj FA125**” permite culisarea verticală a capului de foraj pe mastul FA125 prin intermediul unor role de ghidaj transversale și longitudinale care rulează pe șina de ghidaj a mastului, mișcarea verticală sus/jos fiind realizată prin intermediul mecanismului de manevră și avans al mastului cu lanț cu role și palan mobil, acționat de un cilindru hidraulic, mecanism care dublează cursa și înjumățește forța la capul de foraj față de cilindrul hidraulic de acționare. Jocul rozelor de ghidare pe ghidajul mastului este reglabil prin intermediul unui mecanism cu ax excentric pentru fiecare rolă.

Subansamblul „**Suport cap foraj FA125**” asigură suportul structural pentru componentele capului de foraj FA125.

Ansamblul propriu zis al capului de foraj este demontabil față de căruciorul capului de foraj, suportul capului de foraj intrând în cărucior prin lunecare transversala, în locașul sertarului căruciorului capului de foraj, și fiind asigurat prin sertarul capului de foraj, fixat în șuruburi de căruciorul capului de foraj. Prin aceasta, se poate asigura transportul modular, convenabil a instalației de foraj FA125, structura e rezistență fiind transportata ca un modul separat, iar capul de foraj ca alt modul separat, capul de foraj fiind transportat detașat de instalația de foraj, fixat de suportul de transport al capului de foraj, în poziție verticală, pentru a se preveni inundarea cu benzina a carburatorului și a filtrului de aer al motorului cu ardere internă cu ax vertical de acționare al capului de foraj.

Reperul „**Sertar cap foraj FA125**” asigură blocarea suportului capului de foraj în locașul sertarului căruciorului capului de foraj, în timpul forajului.

Cuplajul centrifugal FA125 este intercalat între motor și reductor și realizează următoarele funcții:

- Permite pornirea motorului în sarcină ;
- Permite preluarea întregului cuplu maxim al motorului la turația mai mica decât turația nominală de moment maxim.
- Are rol de protecție la suprasarcină în timpul forajului, dacă se produce blocarea sapei de foraj;
- Asigură decuplarea garniturii de prăjini față de motor, în timpul opririi motorului sau în relanti, la turații reduse, pentru a se putea permite înfiletarea / desfiletarea unui pas de prăjină;

Au fost făcute calculele de dimensionare pentru Cuplajul centrifugal FA125.

Datele de intrare au fost: Raza centrului de greutate al contragreutății cuplajului, Diametrul de frecare, Unghiul de contact sabot, constanta elastică a arcurilor cuplajului, turația minimă la care începe să funcționeze cuplajul, gama de turații ale cuplajului ($n=1400\div 3600$ RPM), un număr $i=12$ turații distincte.

Rezultă din calcul pentru cuplajul centrifugal:

- Viteza unghiulară minimă la care începe să funcționeze cuplajul
- Vitezele unghiulare pentru care se calculează momentul
- Forță centrifugă a cuplajului
- Momentul preluat de cuplaj.

S-a reprezentat vectorial rezultatele pentru $i=12$ turații, comparativ: nr. turației, turația la motor, turația la sapa de foraj, momentul la motor, momentul preluat de cuplaj, momentul la sapa de foraj.

S-au reprezentat grafic rezultatele grafic:

- Turațiile de ieșire la sapa funcție de turațiile motorului;
- Momentul motor și momentul cuplaj funcție de turațiile motorului;

S-a calculat calculează presiunea de contact pe ferodou pentru cele 12 turații ale motorului.

S-au calculat calculează arcurile cuplajului centrifugal.

Lăgăruirea capului de foraj realizează preluarea sarcinii axiale datorită greutatei coloanei de prăjini și datorită forței de apăsare pe sapa. În acest fel , sarcinile axiale nu sunt preluate de reductorul planetar a cărui viață de utilizare crește astfel. Canelură reductorului planetar se mișcă axial liber în canelura arborelui lăgăruirii, se preia decât moment de torsiune prin canelură.

Are o carcasă tip „oală” prinsă prin cele 8 prezoane de partea de jos a reductorului planetar, are lăgăruire clasică tip " cap hidraulic de foraj" cu 2 rulmenți axial-radial, montați în „X”, pentru preluarea sarcinii axiale a garniturii de prăjini de foraj, care se transmit prin corpul lăgăruirii până la corpul reductorului și la suportul capului de foraj.

S-a calculat Durata de funcționare efectivă a rulmenților $L_{10h}=14,7$ mii ore > Durata de funcționare minimă admisă $L_{10ha}=12$ mii ore, deci rulmenții lăruirii capului de foraj au fost aleși judicios.

S-au făcut verificările de rezistență pentru bolțul $d=15$ mm de prindere a capului de spălare și a furniturii de prăjini de foraj, la solicitările de strivire și solicitarea combinată de torsiune și tracțiune.

Capul de spălare FA125 realizează injectarea fluidului de foraj în garnitura de prăjini de foraj concomitent cu rotirea garniturii de prăjini. Este de tip " țeavă de spălare cu alimentare laterală", de la instalațiile de foraj clasice, demontabil, prins cu bolțul $d=15$ mm de axul de ieșire a capului de foraj.

Etanșarea se face în partea superioară și inferioară a conexiunii de alimentare cu fluid foraj, cu câte 2 pachete de etanșare, formate fiecare din 2 garnituri speciale din cauciuc PN70A, sub formă trapez, cu dimensiunea $\varnothing 70 \times \varnothing 86 \times 12$ și 2 inele de ungere de bronz între ele (sunt în total în total 4 garnituri de etanșare și 4 inele ungere). Cele 4 inele de ungere sunt alimentate fiecare cu unsoare RUL3 prin intermediul a 2 ungătoare UA12 (alimentare unsoare RUL 3 cu tecalemitul). Axul capului de spălare este fabricat din oțel de înaltă rezistență 42CrMo4 îmbunătățit la 310 HB. Între ax și garnituri sunt prevăzute bucși de uzură din 34CrNiMo6, îmbunătățite la 340 HB, tratate CIF și cromate dur, pentru mărirea durabilității și fiabilității. Alimentarea cu fluid de foraj se face în ax prin 4 găuri echidistante $\varnothing 30$. Diametrul minim de trecere fluid foraj prin ax este $\varnothing 40$ mm.

S-a proiectat subansamblul „**Broasca cu 2 pene FA125**”.

Broasca cu 2 pene asigură centrarea, suspendarea și blocarea garniturii de prăjini de foraj la podul sondei. Suspendarea și blocarea garniturii de prăjini la podul sondei în timpul manevrării garniturii de prăjini pentru introducerea/ extragerea secvențială a unui pas de prăjină în garnitura de prăjini de foraj, se face cu o furcă specială de blocare prăjini, centrată în locașul frezat al prăjinilor și centrată și rezemată pe broasca cu 2 pene.

Furca de blocare prăjini asigură suspendarea și blocarea garniturii de prăjini la podul sondei în timpul manevrării pentru introducerea / extragerea secvențială a unui pas de prăjină în garnitura de prăjini de foraj. Furca este centrată în locașul frezat al prăjinilor și este centrată și rezemată pe broasca cu 2 pene.

S-a proiectat **Setul de prăjini de foraj FA125**. Setul de prăjini foraj FA125 este compus din 78 bucăți prăjini cu mufă-niplu sudate, cu filet NW, cu țeava $\varnothing 53 \times 6$ mm, cu lungimea prăjinii $L_p=1,6$ m, necesare pentru forarea unui puț de apă cu $D_{max}=230$ mm și $H_{max}=125$ m.

Garnitura de prăjini de foraj FA125 asigură transmiterea de la capul de foraj la sapa de foraj a momentului la sapă și a apăsării pe sapă în timpul forajului rotativ-hidraulic cu circulație directă de fluid de foraj. Asigură circulația fluidului de foraj prin interiorul prăjinilor (circulație directă) între capul de spălare și sapa de foraj.

Prăjinile de foraj folosite sunt fabricate la Dep. Microproducție IPCUP, sunt de tipul cu mufă-niplu sudate, au filet american geodezic NW în conformitate cu standardul american API5D- Specification for Drill Pipe, 2002 [10]. Filetul NW este un filet cu spire rare, 3 pași pe țol, este deosebit de robust și rezistent asigurând rezistența prăjinilor, înfiletarea-desfiletarea se face foarte rapid datorită spirelor rare ale filetului, etanșarea fluidului de foraj se face în conicitatea la 30° a mufei și a cepului.

Conicitatea de contact a mufei și niplului mărește suprafața de contact a mufei și niplului, mărește etanșarea, micșorează presiunea de contact la înfiletare și previne evaziunea capătului prăjinilor (decalibrarea acestora).

Prăjinile au locașuri frezate pe mufă și pe niplu pentru suspendarea și blocarea garniturii de prăjini la podul sondei în broasca cu pene, cu ajutorul furcii de blocare care intră în locașul frezat, în timpul manevrării pentru introducerea/ extragerea secvențială a unui pas de prăjină în garnitura de prăjini de foraj.

A fost proiectat **Setul de sape de foraj FA125**. Setul de sape de foraj FA125 asigură săparea rotativă a tălpii sondei și spălarea tălpii sondei sub presiunea fluidului de foraj în timpul rotirii sapei, (foraj rotativ-hidraulic cu circulație directă de fluid de foraj). Fluidul de foraj circulă prin interiorul prăjinilor și prin duza sapei de foraj, spală sub presiune talpa sondei, îndepărtând sfărâmurile de roca și detritusul de la talpa sondei, fluidul de foraj și sfărâmurile se evacuează ascensional pe verticală până la suprafață prin spațiul inelar dintre prăjini și puțul forat.

Setul de sape de foraj FA125 se compune din:

- Sapă pilot NW cu 3 lame $\varnothing 155$ mm, fabricată la Dep. Microproducție, IPCUP;
- Sapă lărgitoare NW cu 3 lame $\varnothing 232$ mm, fabricată la Dep. Microproducție, IPCUP;
- Sapa cu 3 role tip C $\varnothing 215$ mm S.C. „UPETROM 1 MAI” S.A.

A fost proiectat **Manifoldul pompei de foraj FA125**

Manifoldul pompei de foraj FA125 este un ansamblu format din elemente de instalație hidraulică (furtun DN2in și DN3in pentru circulația fluidului de foraj, reducere pompă-furtun, teu, robinet DN2in, ștuț robinet-furtun, ansamblu cu piuliță olandeză cap spălare-ștuț furtun) care asigură circulația fluidului de foraj de la batal la admisia pompei și de la refularea pompei la capul de spălare al instalației de foraj.

Are prevăzută pe refularea pompei o deviație cu un Teu și 2 robinet DN2in care permite:

Devierea fluidului de foraj de la teu înapoi la batal (se deschide robinetul spre batal și se închide robinetul spre capul de spălare instalația de foraj FA125) în timpul schimbării unui pas de prăjină, se evita astfel oprirea-pornirea și amorsarea repetată a pompei de foraj în timpul schimbării unui pas;

Devierea fluidului de foraj de la teu spre capul de spălare în timpul forajului (se închide robinetul spre batal și se deschide robinetul spre capul de spălare instalația de foraj FA125).

A fost proiectat Ansamblul Instalației de foraj FA125.

PN 16110108- ALGORITMI GENETICI PENTRU OPTIMIZAREA DISPOZITIVELOR ELECTROMAGNETICE.

În scopul realizării unor cercetări teoretice și aplicative care vizează aplicarea Algoritmilor Genetici în probleme de optimizare în ingineria electrică, în cadrul prezentei etape de cercetare s-au realizat:

- Un studiu al literaturii de specialitate privind stadiul optimizării dispozitivelor electromagnetice;
- Prezentarea elementelor definitorii ale Algoritmilor Genetici și analizarea posibilității de implementare a lor în aplicații de inginerie electrică;
- Prezentarea unor elemente privind programele de calcul și programele de optimizare în ingineria electrică;
- Prezentarea unei aplicații pentru testarea și evaluarea AG, realizată într-un program specializat;

Principalul obiectiv al proiectului constă în utilizarea algoritmilor genetici pentru optimizarea geometriilor și a altor parametri caracteristici dispozitivelor electrotehnice, precum electromagneții sau mașinile electrice. În vederea realizării proiectului se vor utiliza programe specializate precum COMSOL și Matlab pentru dezvoltarea unei unelte software de optimizare. În vederea atingerii obiectivelor s-au realizat studii privind aplicarea AG în probleme de optimizare în ingineria electrică pentru obținerea unor programe de calcul bazate pe algoritmi genetici care aplicate pe diverse dispozitive electromagnetice (electromagneți, mașini electrice) să ofere soluții adecvate ținând cont de funcțiile obiectiv propuse, funcții legate de parametrii geometrici și de funcționare ai dispozitivelor considerate. Aceste programe au ca scop găsirea celor mai bune soluții într-un interval de timp mai scurt comparativ cu metodele tradiționale.

Rezultatele proiectului vor fi concretizate în obținerea unor metode și programe software pentru optimizarea produselor proiectate de către ICPE-CA. De asemenea proiectul va crea premisele scoaterii pe piață de către ICPE-CA de produse inovatoare.

În domeniul inteligenței artificiale, un algoritm genetic (AG) este un algoritm euristic de căutare care imita procesul de selecție naturală. Acest tip de algoritmi sunt folosiți în mod curent pentru a genera soluții utile la probleme de optimizare și de căutare. Principalele caracteristici ale algoritmilor genetici, comparativ cu cei tradiționali sunt:

- sunt algoritmi probabiliști ce îmbină căutarea dirijată cu cea aleatoare;
- realizează un echilibru aproape perfect între explorarea spațiului stărilor și găsirea celor mai bune soluții;
- în timp ce metodele clasice de căutare acționează la un moment dat asupra unui singur punct din spațiul de căutare, algoritmi genetici mențin o mulțime (= populație) de soluții posibile; algoritmi genetici nu acționează direct asupra spațiului de căutare ci asupra unei codificări a lui;
- sunt mai robusți decât algoritmi clasici de optimizare și decât metodele de căutare dirijată;
- sunt simpli de utilizat și nu cer proprietăți importante ale funcției obiectiv, precum continuitate, derivabilitate, convexitate, ca în cazul algoritmilor clasici;
- pot găsi soluții optime sau aproape optime cu o mare probabilitate.

Metodele deterministe de optimizare au marele dezavantaj că sunt capabile să găsească doar extreme locale, dependente de inițializare. Metodele de optimizare care urmăresc găsirea extremelor globale folosesc de aceea și alte tehnici (euristice) de căutare.

În ultimul deceniu au fost folosiți tot mai mult algoritmi bazați pe modele biologice evoluționiste în rezolvarea problemelor de optimizare din diferite domenii. Teoria algoritmilor genetici (în care codificarea indivizilor se face binar) furnizează explicații pentru convergența acestor algoritmi către extreme globale.

Folosirea programelor bazate pe modele evoluționiste se poate aplica și în optimizarea dispozitivelor electromagnetice. Problemele de optimizare apar în toate domeniile științei și ingineriei acolo unde este necesar să se minimizeze (sau maximizeze) anumite funcții obiectiv, sau să se proiecteze echipamente complexe, să se stabilească o succesiune de operații, etc. În ingineria electrică problemele de optimizare cele mai interesante presupun determinarea câmpului electromagnetic. Optimizarea dispozitivelor electromagnetice este de multe ori o optimizare a dimensiunilor lor geometrice (sau forme ale pieselor componente) și a surselor de câmp (poziția și valoarea lor) astfel încât mai multe obiective să fie satisfăcute. Foarte pe scurt specificația de proiectare („design”) constă într-o mulțime de costuri și restricții. Un dispozitiv valid va satisface toate restricțiile, minimizând costurile. Costurile sunt de obicei mai simple decât restricțiile. Câteva exemple de funcții de cost sunt: volumul total de cupru

dintr-un dispozitiv, forța asupra unui conductor, costul materialelor, puterea disipată, inductivitatea bobinelor, mărimea sau neuniformitatea câmpului electromagnetic produs de dispozitiv.

Problemele de optimizare electromagnetică implică în general un număr mare de parametri. Parametrii pot avea valori continue, discrete, sau ambele, și includ adesea constrângeri în privința valorilor permise [3]. Scopul optimizării este de a găsi o soluție care reprezintă un maxim sau minim global. Mai mult, domeniul soluțiilor problemelor de optimizare electromagnetică are adesea regiuni nederivabile și/sau discontinue, și utilizează aproximări sau modele ale fenomenelor electromagnetice pentru a face economie în privința resurselor de calcul.

În vederea dezvoltării algoritmilor de optimizare bazați pe algoritmi genetici sunt trecute în revista principalele aspecte întâlnite în literatura de specialitate în ceea ce privește metodele de optimizare, fiind scoase în evidență ideile principale.

Proiectarea optimă a dispozitivelor electromagnetice presupune rezolvarea unei probleme de optimizare, în care se caută minimul sau maximum unei funcții obiectiv, dependentă de parametri de proiectare.

Pentru rezolvarea problemei de optimizare se folosesc metode deterministe (în care traseul spre soluție este reproductibil) și metode stocastice (bazate pe generatoare de numere aleatoare, în care la fiecare execuție traseul este deosebit). Folosirea metodelor stocastice are ca scop evitarea împotmolirii procedurii de optimizare într-un minim local.

Abordări deterministe

- Metode de ordin zero: Sunt acele metode care nu folosesc informații despre derivatele funcției obiectiv, ci se bazează doar pe valoarea acestei funcții, estimată în diferite puncte din spațiul de căutare.

- Metode de ordin superior: Mai des folosite însă sunt metodele de ordin superior (gradienti conjugați, pași descendenți, quasi-Newton) în care sunt folosite și informații despre derivatele (senzitivitățile) funcției obiectiv în raport cu variabilele de proiectare pentru a accelera convergența procesului de optimizare. Din acest motiv analiza senzitivităților este de importanță majoră în utilizarea algoritmilor determiniști de ordin superior, fiind foarte important să se deducă cât mai precis posibil formule pentru senzitivități.

- Senzitivități - abordare discretă

Există două abordări pentru calculul analitic al senzitivităților. O abordare posibilă este una bazată pe sistemul discretizat de ecuații ce rezultă de exemplu prin aplicarea metodei elementelor finite. Metoda elementelor finite duce la un sistem de ecuații care conține în el informații despre dimensiunile geometrice, proprietățile de material și sursele de câmp. Din expresiile termenilor ce apar în acest sistem sunt deduse expresii pentru calculul senzitivităților.

- Senzitivități - abordare continuă (modelul adjuncți)

O altă abordare pentru calculul analitic al senzitivităților este una continuă, bazată pe diferențierea formulării variaționale înainte de a fi discretizată. Formulele senzitivităților sunt într-o formă în care intră variabilele de stare și variabilele adjuncți și ele conțin integrale doar pe suprafețele care se modifică.

Pentru evaluarea numerică codul de elemente finite este folosit atât pentru variabilele de stare cât și pentru variabilele adjuncți.

- Senzitivități pentru metode integrale

Formule pentru senzitivități au fost deduse și în cazul folosirii unor metode integrale pentru evaluarea funcției obiectiv.

- Metode analitice pentru evaluarea funcției cost

În cazul în care pentru funcția obiectiv pot fi deduse (printr-o metoda analitică sau semianalitică) formule în care parametri de proiectare să intervină explicit, senzitivitățile se calculează mai simplu, prin derivarea acestor formule.

Abordări stocastice

- Simulated annealing (SA)

Algoritmul se bazează pe analogia dintre procesul optimizării globale și răcirea unei topituri. Topitura își atinge configurația cristalină care corespunde, în cazul răcirii încete, unei energii minime. Astfel, algoritmul atinge minimul global dacă optimizarea (căutarea) se face suficient de încet. Ideea de bază a metodei constă în faptul că, pentru a evita agățarea în minime locale, mișcări ascendente (corespunzătoare unei valori a funcției obiectiv mai proaste) ar putea fi totuși acceptate. Esențial în algoritmul SA este criteriul Metropolis care garantează o anumită rată de acceptabilitate a configurațiilor proaste.

- Algoritmi evoluționiști

La jumătatea secolului al nouăsprezecelea știința biologiei a fost revoluționată prin descoperirea lui Charles Darwin a procesului prin care natura selectează și optimizează organismele vii. Creșterea în ultimele decenii a puterii de calcul a făcut posibilă aplicarea principiilor procesului de optimizare din natura la dispozitive construite pe baza teoretică a ecuațiilor lui Maxwell. În forme felurite, algoritmi evoluționiști și în particular algoritmi genetici au fost aplicați problemelor din domenii extrem de diferite, de la inginerie până la economie, în domeniul inteligenței artificiale. Algoritmi genetici pot fi foarte ușor aplicați problemelor care implică funcții nederivabile și spații de căutare discrete. De asemenea ei au o natură paralelă inerentă, care îi face foarte atractivi pentru implementarea pe rețele de calculatoare. Există o teoremă a paralelismului implicit, acesta implicând faptul că dublarea populației ar putea să reducă timpul de calcul cu mai mult de 50%.

Pentru testarea și evaluarea AG s-a realizat un program MATLAB care, pornind de la seturi de puncte aleatoare și utilizând metodele specifice AG.

PN1611 0109- IMPLEMENTAREA PRINCIPIULUI DE FORAJ ÎN TUFĂ PENTRU INSTALAȚII DE FORAJ STAȚIONARE, CU DEPLASARE ÎN PAȘI, CU INSTALAȚIA COMPLET MONTATĂ (RIG WALKINGS SYSTEMS DRILLING EQUIPMENT)

Faza 1: Studiu de analiză a principiului de deplasare a instalației pas cu pas, indiferent de direcție, de la o gaură la alta în stare complet asamblată cu mastul și substructura

În această etapă au fost abordate următoarele aspecte:

- Fundamente teoretice și metodologia pentru determinarea principiului de foraj în tufă cu deplasarea instalației de foraj pas cu pas de la o gaură de sondă la alta, în stare complet asamblată cu mastul, substructura și prăjinile de foraj pe podul sondei, pentru forajul găurilor multiple pe un areal limitat deasupra unui zăcămint de hidrocarburi;

- Studiarea dispozitivelor de deplasare unidirecțională în pași pe un sistem de șine paralele cu ajutorul unor cilindri hidraulici și a dispozitivelor de deplasare pas cu pas în orice direcție cu ajutorul unor picioare hidraulice (Stealth Pods) prevăzute cu cricuri hidraulice, pentru ridicarea instalației și cu cite doi cilindri hidraulici pentru deplasare în pași de cite 0,4 - 1,2 metri ale instalațiilor de foraj pas cu pas realizate de firme de prestigiu în domeniu.

- Evoluția metodelor de foraj și folosirea de tehnologii avansate care să ducă la creșterea eficienței pentru producătorii de petrol și gaze naturale.

Mutarea unui instalații de foraj între două site-uri și implicit anterior demontarea platformei și reasamblarea pe noua locație, chiar dacă pînă la noua locație este o distanță scurtă implică costuri foarte mari și o durată mare de timp, ceea ce pentru un operator de foraj aduce multe alte costuri suplimentare. Astăzi, un strat de foraj poate avea cinci pînă la zece sonde, care sunt forate în direcții diferite, distanțate destul de aproape împreună la suprafață. Îmbunătățirea mobilității instalațiilor de foraj complet montate prin derapaj pe șine sau deplasare pas cu pas cu ajutorul cricurilor și cilindrilor hidraulici fac ca după ce a fost forată o gaură de sondă, platforma complet montată să poată fi ridicată și mutată pe următoarea locație folosind mersul pas cu pas cu ajutorul unor picioare hidraulice sau sisteme hidraulice de derapaj.

Acest fapt permite producătorilor să vizeze o zonă semnificativă a resurselor subterane minimizând în același timp impactul pe suprafață. Concentrarea gurilor de puțuri de asemenea, ajută producătorul să reducă costurile asociate cu gestionarea resurselor din zăcămintele de petrol și gaze naturale.

Una dintre inovațiile mai recente din industrie, după 2009, este deplasarea instalațiilor de foraj complet montate pas cu pas cu ajutorul cricurilor și cilindrilor hidraulici (cu picioare hidraulice speciale –Stealth Pods), acest fapt contribuind la creșterea eficienței de mobilitate a instalațiilor de foraj.

Costurile pentru demontarea și remontarea instalației de foraj pe noua locație sunt foarte mari, fapt care îi face pe producători să găsească mai eficientă construcția unui drum drum între două locații de foraj, să transporte platforma complet montată pe noua locație și să înceapă forajul în timp foarte scurt pe locația stabilită.

Instalațiile de foraj în tufă cu deplasare în pași sunt destinate pentru forajul găurilor multiple de pe aceeași locație, fiind concepute pentru deplasarea, indiferent de direcție, de la o gaură de sondă la alta, în stare complet asamblată cu substructura și mastul în poziție ridicată și prăjinile de foraj pe podul sondei. Evoluția metodelor de foraj și tehnologiile avansate sunt cele care duc la creșterea eficienței pentru producătorii de petrol și gaze naturale. De exemplu, tehnicile de foraj în tufă, cu deplasarea instalației montate în poziția de lucru, permit operatorilor să execute puțuri de foraj mai eficient, deoarece îmbunătățirea mobilității, fără demontarea și remontarea instalației pe o altă locație, reduce timpul necesar pentru a trece de la o locație la alta și în același timp se reduce amprenta de ansamblu pe suprafață. Beneficiul deplasării instalației de foraj în stare complet montată este faptul că operatorii pot săpa mai multe sonde într-un timp mai scurt decât s-ar putea doar cu o instalație de foraj staționară nedeplasabilă,

cu o scădere considerabilă a costurilor pentru montarea și demontarea instalației, deplasarea componentelor și montarea pe o altă locație.

După o operațiune de forare, platforma complet asamblată poate fi ridicată și mutată pe următoarea locație cu sisteme hidraulice speciale de ridicare și deplasare.

Deplasarea de la o gaură forată la alta, se poate face cu ajutorul mecanismelor de deplasare cu cilindri hidraulici pentru deplasarea unidirecțională pe șine sau cu picioare hidraulice speciale care includ un cric hidraulic și doi cilindri hidraulici pentru deplasare.

Durata efectivă de deplasare între două găuri succesiv forate în limitele unei distanțe de peste 40 m este de câteva ore în condiții normale de lucru și fără întreruperi accidentale, în loc de 5- 10 zile pentru o instalație staționară, demontată complet și reasamblată pe altă locație.

Țintele propuse prin implementarea proiectului sunt:

- implementarea principiului de foraj în tufă cu deplasarea instalației de foraj complet montate pas cu pas bloc cu sisteme hidraulice speciale de ridicare și deplasare;
- adaptarea echipamentelor mast și substructură la geometria sistemelor de deplasare ale instalației de foraj complet montate pas cu pas;
- evoluția metodelor de foraj și folosirea de tehnologii avansate care să ducă la creșterea eficienței pentru producătorii de petrol și gaze naturale.

Au fost studiate sisteme de deplasare în pași ale instalațiilor de foraj montate cu substructura, mastul și pașii de prăjini pe podul sondei. Aceste sisteme pot fi de deplasare unidirecțională în pași pe un sistem de șine paralele cu ajutorul unor cilindri hidraulici sau de deplasare în pași în orice direcție cu ajutorul unor picioare hidraulice prevăzute cu cricuri hidraulice, pentru ridicarea instalației, și cu cite doi cilindri hidraulici pentru deplasare în pași de cite 0,4 - 1,2 metri.

Instalații de foraj (modulare în blocuri) deplasabile pe șine unidirecțional cu ajutorul cilindrilor hidraulici

În străinătate începând cu anii 1995-1999 s-au produs instalații de foraj bloc-modulare cu echipamentele amplasate în eșalon pentru deplasarea operativă a instalațiilor complet montate cu ajutorul unor dispozitive hidraulice care se montează pe săniile substructurii instalației de foraj, prevăzute cu cilindri hidraulici, care permit deplasarea instalației montate în pași de la o locație la alta, pe un aliniament de cadre care formează un sistem de șine paralele. Deplasarea este unidirecțională pe distanțe de maxim 40 metri.

Firma KAT Industries folosește grinzi transversale în sistemul de derapaj al instalației de foraj bloc-modulare (Jack & Skidding Claw Sisteme). Se folosește pentru deplasarea instalației de o unitate hidraulică de putere sau se integrează în sistemul hidraulic al instalației dacă aceasta o permite.

Instalația este transportabilă pe cărucioare cu roți, pe două șine paralele, montate la sol pe o amenajare de locație corespunzătoare.

Fiecare cărucior cu roți constituie o platformă pe care se montează componentele anexe ale instalației de foraj cum ar fi: instalația de preparare și circulație a noroiului de foraj, grupurile motopompă, grupurile generatoare, componentele instalației electrice precum stațiile de alimentare, comandă și reglare, transformator etc. În total sunt aproximativ 30 bucăți cărucioare, fiecare cu dimensiuni aproximative de 12 x 3 x 0,6 m.

Șinele de transport sunt formate din două șiruri paralele unite între ele cu traverse de legătură. Fiecare șină este alcătuită din mai multe tronsoane care acoperă o lungime suficientă pentru montajul întregii instalații inclusiv anexele principale. Fiecare tronson are o lungime de aproximativ 10 m, o lățime de sprijin pe sol de aproximativ 1,1 m și o înălțime până la calea de rulare de aproximativ 1,3 m. Instalația cu tronsoane modulare ar avea o lungime de circa 115 metri.

Presiunea maximă de descărcare la sol sub tălpile de așezare ale șinelor metalice, cu instalația complet montată, cu hăbe I.P.C.N. pline, cu pașii de prajini depozitați la podul podar, și sarcina maximă la carlig, este de aproximativ $p = 2 \text{ daN/cm}^2$.

Sistemele de deplasare unidirecțională în pași pe un sistem de șine paralele cu ajutorul cilindrilor hidraulici au totuși dezavantajul că deplasarea instalației se poate face doar unidirecțional și pe distanțe scurte, sub 40 metri. În plus acestea necesită o infrastructură la sol destul de extinsă și amenajări costisitoare.

Instalații de foraj cu dispozitive de deplasare pas cu pas detașabile

Una dintre inovațiile mai recente din industrie, după 2009, este deplasarea instalațiilor de foraj complet montate pas cu pas cu ajutorul unor picioare hidraulice speciale (Stealth Pods) prevăzute cu cricuri și cilindri hidraulici, acest fapt contribuind la creșterea eficienței de mobilitate a instalațiilor de foraj în orice direcție și pe distanțe mult mai mari.

Au fost studiate sistemele de deplasare în pași folosite de mai multe firme de prestigiu pe plan mondial:

Compania **Herrenknecht Vertical GmbH Germany** a conceput în anul 2014 instalația Terra Invader 250, la care platforma încorporează un sistem hidraulic fără angrenaj care înlocuiește sistemul tradițional al troliului. Sondorul controlează sistemul de ridicare din cabina sondor folosind un joystick. Design-ul și construcția acestor instalații extrem de mobile au devenit foarte sofisticate, la fel ca în cazul dispozitivului Drillmec HH Series, unde principalele componente, cum ar fi mastul și o parte a substructurii să fie prinse pe o platformă metalică special concepută. Acest lucru permite instalației de foraj să fie transportată fără a fi demontat mastul. Conceptul de platformă a îmbunătățit și mobilitatea pompelor de noroi, rezervoare de noroi, generatoarelor de electricitate etc. Instalații Herrenknecht Vertical Terra Invader 350 au fost fabricate pentru Petrobras și montate să lucreze în regiunea Bahia din nord-estul Braziliei. O suprafață de numai aproximativ 30 de metri x 72 metri, este necesară pentru întregul site de foraj.

Columbia Industries oferă soluții pentru sisteme de deplasare a instalațiilor de foraj pas cu pas, capabile să deplaseze sarcini de până la 12 milioane de pounds (5450 tone). Aceste sisteme sunt proiectate și fabricate la comandă pentru a satisface criteriile de proiectare specifice fiecărui client.

Columbia Systems Rig Walking permite operatorilor de foraj să mute o instalație de foraj complet montată, cu toate utilajele în poziție de lucru. Aceasta elimină necesitatea de a demonta și remonta instalația la fiecare deplasare a acesteia de pe o locație pe alta și crește foarte mult eficiența de operare pentru activitatea de foraj. Sistemul de deplasare permite, de asemenea deplasarea pas cu pas pentru mai multe module interconectate care să fie deplasate simultan. Acest sistem oferă, de asemenea, mai multe opțiuni de circulație a platformei și de direcție, inclusiv înainte, înapoi, dreapta, stânga, rotire și mișcare complementară. Aceste moduri de direcție permit poziționarea precisă pe locația de foraj. Aceste sisteme dispun de control la distanță cu fir sau fără fir, pentru a permite operatorilor să fie în poziția cea mai avantajoasă față de instalația care se deplasează și în condiții de siguranță, în timpul unei acțiuni de deplasare a instalației. Acest lucru asigură faptul că platforma este mutată în condiții de siguranță și cu precizie.

Sistemele de deplasare produse de Columbia Industries au un design personalizat inovator pentru sistemele de deplasare ale instalațiilor de foraj. Columbia a dezvoltat și o tehnologie hibrid de roți cu ridicare hidraulică, pentru a maximiza capacitatea sistemului de deplasare pas cu pas. Roțile oferă eficiență pe distanțe mai lungi între locațiile de foraj, cu flexibilitatea de a muta mai rapid instalația de foraj. Această combinație patentată a celor două sisteme crește capacitatea sistemului de deplasare și permite o soluție compactă pentru operațiunile de foraj în tufă. Acest lucru crește eficiența și flexibilitatea utilizării pentru echipamentul de foraj.

Columbia Systems Rig Walking produce mai multe tipuri de dispozitive (picioare) hidraulice de deplasare: Kodiak Cub, Atlas, Bigfoot și Littlefoot, specifice pentru diferite configurații de instalații și echipamente individuale.

Sistemele de deplasare ale instalațiilor de foraj au fost concepute de firma **Axiom Industrial Manufacturing** în mai multe varietăți pentru completările de echipamente. Sistemele de deplasare pas cu pas pentru instalațiile de foraj de tip Axiom sunt modele de sistem destinate pentru echipamente noi, precum și pentru instalații de foraj existente. Actualele modele de sisteme de deplasare au fost dezvoltate astfel încât să poată fi adaptate la majoritatea configurațiilor de substructuri și pot fi, în general, adăugate sau eliminate atunci când este necesar.

Sistemele de deplasare pas cu pas produse de această firmă sunt sisteme detașabile, tip picior hidraulic, cu prindere pe săniile longitudinale ale substructurii, formate dintr-un cric hidraulic și doi cilindri hidraulici orizontali. Aceste sisteme de deplasare au un dispozitiv care permite rotirea tălpii piciorului hidraulic, pentru a se putea efectua deplasarea în direcția dorită. Cele patru sisteme tip picior hidraulic sunt plasate pe cele patru colțuri ale substructurii.

Cricurile hidraulice ridică instalația de foraj (substructura instalației și mastul în poziție verticală) la o înălțime de circa 5 in (127 mm), după care cilindrii hidraulici orizontali, comandați simultan prin radio, deplasează întreaga instalație cu 0,40 – 0,80 metri. Cricurile hidraulice se sprijină pe role Hilman, care permit deplasarea acestora fără frecări mari, ținând seama că greutatea ridicată sunt de ordinul a câteva zeci sau sute de tone.

Firma BENTEC a creat sistemul Rig Walking Bentec care oferă o soluție pentru reducerea timpilor de mutare a instalațiilor de foraj de la o locație la alta. Compatibil cu o gamă largă de modele de instalații de foraj, sistemul Rig Walking Bentec poate fi adaptat atât pentru platformele existente cât și pentru cele nou construite. Sistemul de deplasare se compune din patru unități, care sunt fixate direct pe suportii sudați pe săniile substructurii instalației de foraj.

Sistemul de ridicare și de alunecare este operat de către cilindrii hidraulici pentru a deplasa instalația de foraj complet montată în poziția dorită prin mersul pas cu pas. Sistemul Rig Walking Bentec are un design fiabil și robust "Made in Germany" și este ideal pentru instalații de foraj la operațiunile de foraj în tufă.

Sistemul este controlat prin intermediul unei console de control la distanță și poate fi acționat cu unitatea de alimentare hidraulică existentă. În cazul în care este necesar, o unitate de putere hidraulică separată este, de asemenea, disponibilă. Sistemul Rig Walking Bentec este în conformitate cu cele mai recente standarde europene și internaționale, menținând cele mai înalte niveluri de calitate.

Sistemele firmei **Loadmaster** pentru instalații de foraj complet montate deplasabile pas cu pas sunt utilizate pe scară largă la nivel global, oferind o soluție foarte avantajoasă pentru piața de foraj de teren de astăzi, în cazul în care instalația de foraj se deplasează de la o locație la alta, fără a fi nevoie să se demonteze întreaga instalație, aceasta devenind o procedură standard pentru industria de extracție a petrolului și gazelor naturale la ora actuală.

Firma Loadmaster are în prezent modele pentru mai multe configurații de substructură tip paralelogram, pentru instalații de la 400.000 lbs până la 1.500.000 lbs sarcină la cârlig.

Sistemul robust este proiectat pentru a muta platforma, cu toate echipamentele, cu mastul în poziție verticală și materialul tubular pe platforma perne prăjini, spre deosebire de o instalație de foraj convențională, care trebuie să fie complet demontată pentru a fi mutată la o distanță scurtă. Acest sistem reduce timpul de relocare a instalației de la 6-10 zile la câteva ore și reduce foarte mult costurile suplimentare de demontare și remontare a instalației de foraj pe noua locație.

Sistemul de deplasare pas cu pas se poate adapta la platformele existente de foraj în aranjamente liniare. Unitățile de deplasare sunt livrate pentru capacități de 800 de tone metrice și 1200 de tone metrice, cu pași de mers pe jos de 36 de inci (0,914 metri).

Sistemul poate deplasa platforma în orice direcție, sau poate roti în jurul centrului platforma instalației de foraj. Această mobilitate permite siguranța deplasării substructurii cu mastul montat în poziție verticală, dispozitivele de deplasare fiind sincronizate hidraulic cu control PLC. <https://www.google.ro/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8>

Firma **Oil Works, Inc.** produce sisteme de deplasare hidraulice pentru instalațiile de foraj de tipul Walking OWI Stealthwalker, care se pot monta în capetele săniilor substructurii, fiecare picior hidraulic fiind prins prin intermediul a două bolțuri.

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Cfqx60KINTEJ:www.oilworksinc.com/portfolio/rig-walking-system-stealthwalker/+&cd=8&hl=ro&ct=clnk&gl=ro>

Caracteristicile sistemului de deplasare Walking OWI Stealthwalker:

- capacitate totală de ridicare 3 000 000 lbs;
- capacitate de ridicare a fiecărui dispozitiv de pe colțuri (Stealth Pods) de 600 000 până la 750 000 lbs, la 3000 PSI;
- mută platforma de foraj în 8 direcții;
- viteza de deplasare este de circa 53 feet pe oră (16 metri pe oră);

OilWorks, Inc oferă sisteme Walking Rig pentru mișcări ale instalației de foraj pe teren sigur și eficient. O serie de 4 picioare hidraulice (Stealth Pods) mută întreaga platformă pe noua locație. Sistemul de mobilitate permite operatorului să deplaseze platforma în 8 direcții diferite.

Tehnicile de foraj în tufă, cu deplasarea instalației montate în poziția de lucru, permit operatorilor să execute puțuri de foraj mai eficiente, deoarece îmbunătățirea mobilității, fără demontarea și remontarea instalației pe o altă locație, reduce timpul necesar pentru a trece de la o locație la alta și în același timp se reduce amprenta de ansamblu pe suprafață, iar costurile de producție sunt mult reduse.

Acest design de instalații deplasabile pas cu pas este ideal pentru foraj în apropierea zonelor urbane, în cazul în care o amprentă mică asupra mediului este extrem de importantă și costuri de producție mult mai mici.

Sistemele de deplasare pas cu pas cu picioare hidraulice sunt cele mai adecvate pentru adaptarea substructurii și mastului instalației de foraj F 320 pentru deplasarea în vederea forajului în tufă până la o adâncime de 6000 metri, cu prindere la săniile substructurii sau cu prindere mixtă la săniile și podul sondei.

Obiectivele proiectului au fost atinse prin realizarea completă și la termen a fazei de execuție:

- Studiarea dispozitivelor de deplasare unidirecțională în pași pe un sistem de șine paralele cu ajutorul unor cilindri hidraulici și a dispozitivelor de deplasare pas cu pas în orice direcție cu ajutorul unor picioare hidraulice (Stealth Pods) prevăzute cu cricuri hidraulice, pentru ridicarea instalației și cu cite doi cilindri hidraulici pentru deplasare în pași de cite 0,4 - 1,2 metri ale instalațiilor de foraj pas cu pas realizate de firme de prestigiu în domeniu.

Faza 2: Proiect tehnic pentru realizarea săniilor longitudinale și transversală ale substructurii instalației F 320 EA/DEA adaptate la mecanismele de deplasare pas cu pas

În această etapă a fost abordată analiza încărcărilor și modului de cuplare a picioarelor hidraulice (Stealth Pods) la săniile substructurii pentru deplasarea pas cu pas, indiferent de direcție, de la o gaură la alta a instalației de foraj în tufă F 320 EA / DEA și realizarea documentațiilor tehnice pentru subsambele reprezentative, astfel: Elaborarea unui proiect tehnic pentru săniile longitudinale și transversală ale substructurii instalației de foraj în tufă F 320 EA/DEA adaptate la mecanismele de deplasare pas cu pas.

Deplasarea instalațiilor de foraj complet montate pas cu pas cu ajutorul cricurilor și cilindrilor hidraulici (cu picioare hidraulice speciale) este una dintre inovațiile mai recente din industrie, după anul 2010.

Durata efectivă de deplasare între două găuri succesiv forate în limitele unei distanțe de peste 40 m este de câteva ore în condiții normale de lucru și fără întreruperi accidentale, în loc de câteva săptămâni cât ar dura demontarea, transportul și remontarea instalației de foraj pe altă locație. Costurile pentru demontarea și remontarea instalației de foraj pe noua locație sunt foarte mari, fapt care îi face pe producători să găsească mai eficientă construcția unui drum drum între două locații de foraj, să transporte platforma complet montată pe noua locație și să înceapă imediat forajul pe locația stabilită.

Deplasarea de la o gaură forată la alta, se poate face cu ajutorul mecanismelor de deplasare (picioare hidraulice), care includ un cric hidraulic și doi cilindri hidraulici pentru deplasare. Talpa cricului hidraulic se deplasează pe placa de bază a dispozitivului de deplasare prin intermediul unor role speciale care reduc frecarea. În general pentru aceasta se folosesc role Hilman fabricate în New Jersey SUA.

Pentru alegerea tipului de picioare hidraulice necesare pentru deplasarea instalației de foraj F 320 EA/DEA s-au stabilit principalele elemente care compun blocul principal al instalației și calculul greutateii ce trebuie deplasată cu ajutorul picioarelor hidraulice pentru instalația F 320 EA/DEA de la o locație de foraj la alta.

Instalația de foraj F 320 EA / DEA propusă pentru deplasarea pas cu pas cu ajutorul a patru dispozitive hidraulice plasate în colțurile săniilor substructurii este destinată pentru forajul găurilor multiple de pe aceeași locație, fiind concepută pentru deplasarea de la o gaură la alta în stare complet asamblată cu mastul și substructura indiferent de direcție.

Instalația de foraj găuri multiple (în tufă) transportabilă în bloc F 320 EA / DEA poate foră sonde de țitei și gaze până la adâncimea de 5000 m sau în limita sarcinii maxime la cârlig de 3200 kN.

Instalația corespunde normelor de siguranță din industria de petrol și gaze PB 08-624-03.

Componentele principale ale instalației care sunt deplasate în bloc sunt următoarele:

- **Blocul mast-troliu**, care cuprinde în principal: **mast-substructură**, mast MU-320 realizat din profile deschise, substructură, pod podar, cabina pod podar, cabina de comandă, pupitru de comanda centralizat, echipament de manevră și rotire, modul troliu de foraj TF 38, modul grup acționare troliu de foraj și masă rotativă cu 2 motoare electrice pentru acționare de 850 kW , grup antrenare masa rotativa , masa rotativa MRL-275 (27 ½) acționată independent de la grupul de acționare, sistem de comanda de la distanta (joystick) ptr. frâna cu discuri, sistem de comanda de la distanta (joystick) ptr. frâna cu bandă, macara cârlig 5-32-MC-400, cap hidraulic CH 400, grup antrenare masă rotativă, masa rotativă MRL-275, echipament pneumatic, echipamente de mecanizare, bloc pompe încălzit.

- **Blocul translație**, care cuprinde în principal: modulul centrală hidrostatică, instalația hidrostatică, mecanismele de deplasare și blocare cu cilindri hidraulici (picioare hidraulice).

- **Aparatură de măsură și control** – care cuprinde în principal aparatura de măsură, control, monitorizare și înregistrare pentru toți parametrii de lucru la foraj.

Greutatea totală pentru deplasarea instalației de foraj F 320 EA/DEA s-a stabilit că este de circa 650 tf.

Ținând seama de eventualele încărcări neuniforme pe suprafața instalației complet montate se estimează ca fiecare picior hidraulic plasat în colțurile substructurii să poată ridica o sarcină de circa 300 tf, greutatea totală care poate fi ridicată și mutată fiind de 1200 tf .

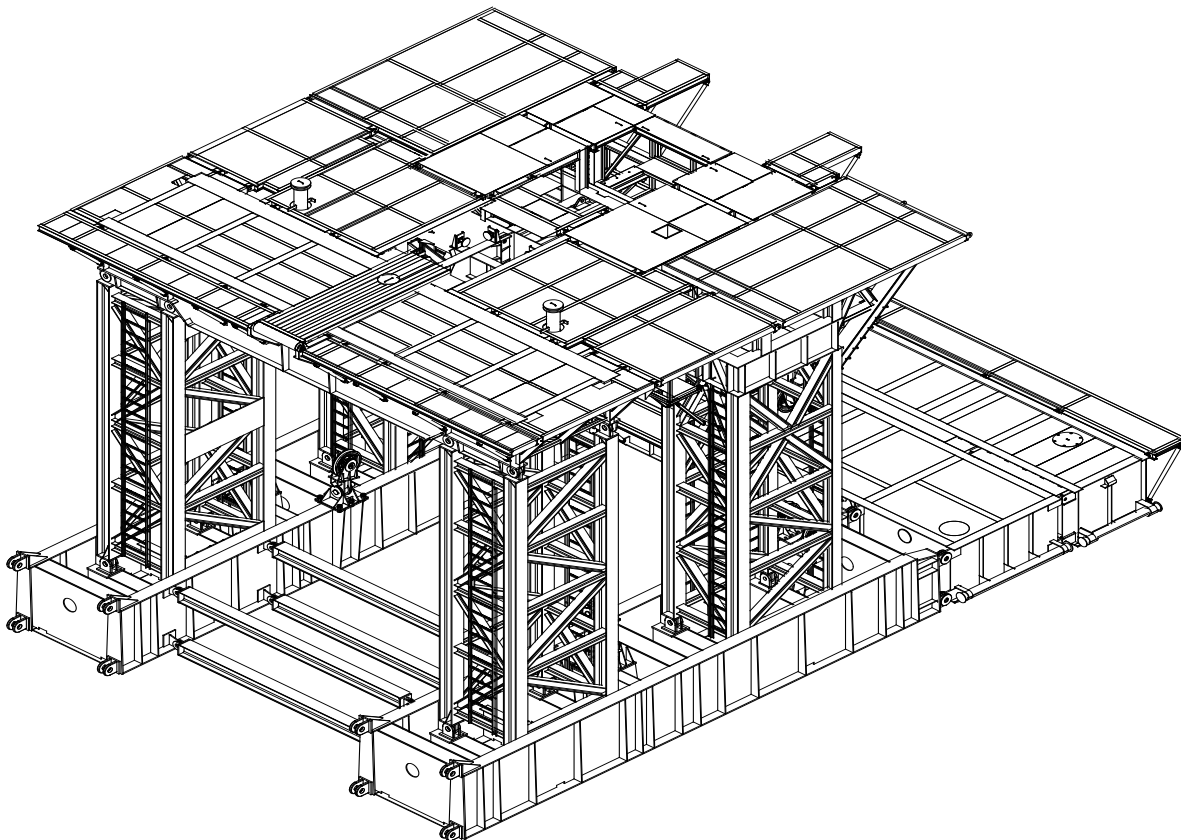


Fig. 1. Substructura instalației de foraj F 320 EA/DEA.

În aceste condiții ne-am orientat pentru folosirea picioarelor hidraulice produse de firma germană BENTEC. Acest tip de picioare hidraulice poate fi adaptat atât pentru platformele nou construite cât și pentru platformele de foraj existente. Sistemul BENTEC are un design fiabil și robust, fiind ușor de adaptat la orice tip de instalație. Sistemul este controlat prin intermediul unei console de control la distanță și poate fi acționat cu unitatea de alimentare hidraulică existentă pe instalație sau cu o unitate hidraulică de putere separată, fiind în conformitate cu cele mai recente standarde europene și internaționale.

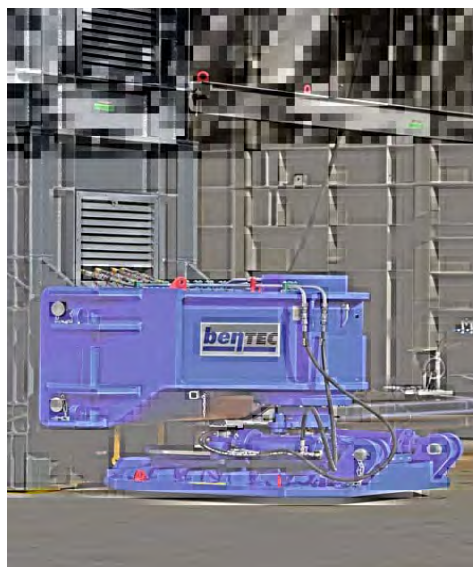


Fig. 2. Picioare hidraulic produs de firma BENTEC

Caracteristicile tehnice ale picioarelor hidraulice BENTEC sunt următoarele:

-Lungime: 108 in (2733 mm);

- Lățime: 101 in (2570 mm);
- Înălțime: 72 in (1828 mm);
- Capacitate de ridicare pe unitate: 661 387 lbs (300 t);
- Capacitate totală de ridicare: 2 645 547 lbs (1 200 t);
- Viteza de mers pe jos: 46 ft/h (14 m/h);
- Înălțimea de ridicare: 5,9 in (150 mm);
- Lățimea căii de deplasare: 19,7 in (500 mm);
- Rotație: 360° / 20 de direcții;
- Suprafața de așezare pt. fiecare unitate: 6820 in² (4,4 m²);
- Presiunea maximă de lucru: 2466 psi (170 bar);
- Debitul volumetric: 63,4 gpm (240 l/min);
- Presiunea de apăsare: 14 620 lb/ft² (700 kN/m²);
- Maxim neregularități la sol: 0,4 in/32 ft (10 mm/10m).

Pentru stabilirea elementelor din cadrul săniilor longitudinale și transversală care trebuie modificate și stabilirea configurației elementelor de legătură pentru atașarea picioarelor hidraulice s-a făcut verificarea prin calcul cu element finit a substructurii instalației F 320 EA/DEA.

Calculul substructurii s-a făcut cu Programul de Analiză cu Element Finit MSC Visual NASTRAN for Windows 2003.

În urma analizării rezultatelor obținute prin calculul cu element finit a substructurii instalației de foraj F 320 EA/DEA s-a stabilit că este necesară o rigidizare suplimentară a săniilor substructurii pentru ridicare și deplasare și a zonelor în care se atașează picioarele hidraulice prin elemente de prindere pentru bolțurile dispozitivelor de deplasare.

În final s-a realizat un proiect tehnic pentru săniile substructurii instalației de foraj F 320 EA/DEA:

- Sanie longitudinală dreapta;
- Sanie longitudinală stînga;
- Sanie transversală troliu.

Țintele propuse prin implementarea proiectului sunt:

- implementarea principiului de foraj în tufă cu deplasarea instalației de foraj complet montate pas cu pas bloc cu sisteme hidraulice speciale de ridicare și deplasare;
- adaptarea echipamentelor substructură și mast la geometria sistemelor de deplasare ale instalației de foraj complet montate pas cu pas;
- evoluția metodelor de foraj și folosirea de tehnologii avansate care să ducă la creșterea eficienței pentru producătorii de petrol și gaze naturale.

PN1611 0110- SENZOR IZOTROP PENTRU MASURAREA POLUĂRII ELECTROMAGNETICE-CIMP MAGNETIC SI ELECTRIC IN ZONELE AFECTATE DE TRANSPORTUL ENERGIEI ELECTRICE

Activitățile derulate în cadrul etapei 1 a proiectului au urmărit elaborarea concepției și proiectarea senzorului izotrop pentru câmp magnetic/electric la frecvența de 50 Hz, dar și pentru alte frecvențe.

În realizarea activităților etapei, s-a pornit de la un studiu privind emisiile de câmp electromagnetic generat de sistemele energetice (producere, transport și distribuție), dispozitivele și aparatura electronică, în principal în gama 50 Hz – GHz, având în vedere și apariția de standarde și normative care reglementează aceste emisii, relativ la gradul lor de pericolozitate pentru om, respectiv pentru asigurarea compatibilității electromagnetice.

Relativ la aceste aspecte, măsurătorile efectuate în România au arătat că valoarea câmpului electric măsurată în apropierea liniilor de înaltă tensiune și a stațiilor de transformare este mult sub valorile admisibile; sub un stâlp de înaltă tensiune valoarea maximă este **546.19 V/m**, cu puțin mai mare decât 10 % din valoarea admisibilă (**5 kV/m**). La fel stau lucrurile și în apropierea unei stații de transformare. Un studiu mai complex, realizat chiar în interiorul unei stații de transformare arată că valorile câmpului electric depășesc valorile admise doar în imediata apropiere a barelor de înaltă tensiune, în stația de **400 kV** atingând **22 k V/m**, iar în cea de **220 kV** doar **11,7 kV/m**. Valoarea câmpului descrește rapid, direct proporțional cu distanța.

Diagramele prezentate în fig. 1 prezintă dependența intensității câmpurilor electric și magnetic funcție de distanța față de liniile de transport EE, respectiv funcție de tensiunea nominală a rețelei respective. Bineînțeles, pentru câmpul magnetic, valorile intensității depind de încărcarea liniei, adică de intensitatea curentului transportat.

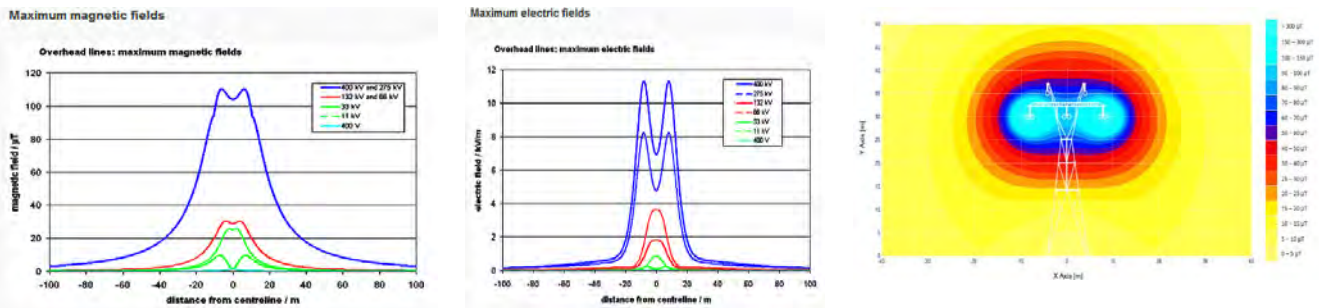


Fig. 1. Câmpurile magnetic și electric în proximitatea liniilor de transport a energiei electrice

Se observă din graficele de mai sus că, în vecinătatea liniilor de transport energie electrică câmpul electric poate atinge valori de peste **10 kV/m** (pentru liniile de 400 kV), iar câmpul magnetic poate atinge valori de peste **100 μT**, respectiv peste **300 μT**, în vecinătatea cablurilor liniei.

Concepția și proiectarea senzorului izotrop pentru câmp magnetic/electric la frecvența de 50 Hz. Având în vedere cele expuse mai sus, se consideră că varianta optimă din punct de vedere al sensibilității, al acurateții proiectării cât și, în special, al posibilităților de calibrare/etalonare, este adoptarea soluției clasice a inductorului (pentru câmp magnetic), respectiv a condensatorului (pentru câmp electric) – vezi figura 2.

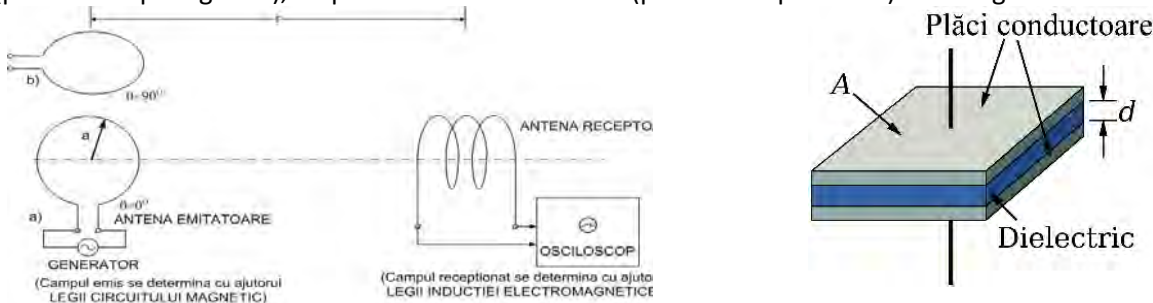


Fig. 2. Principiul fenomenologic al senzorului izotrop pentru câmp electric/magnetic de joasă frecvență

Plecând de la ecuațiile caracteristice dipolului electric elementar, respectiv dipolului magnetic elementar, se poate proiecta un senzor complex (câmp electric/câmp magnetic) în gama de frecvențe 10 Hz – 10 kHz care să furnizeze cele **șase mărimi vectoriale** caracteristice radiației electromagnetice din *zonele Rayleigh /Fresnel*, împreună cu defazajul dintre ele. Aceste mărimi caracterizează complet mediul electromagnetic într-un anumit punct, permițând *cartografierea*, respectiv *monitorizarea* poluării electromagnetice în gama de frecvențe specificată (preferențial 50/60 Hz) împreună cu identificarea surselor de poluare electromagnetică, prin relația care există între defazaj și *distanța sursă - senzor*.

Cele două sisteme de bază, idealizate, care intervin în radiația electromagnetic, sunt oscilatorul electric elementar și bucla elementară de curent. Pentru oscilatorul electric elementar, de lungime dz , cu $\beta = \omega/c$, ecuațiile sunt:

$$\underline{E}_r = 60\beta^2 I_0 dz \cos \theta \left[\frac{1}{(\beta r)^2} - j \frac{1}{(\beta r)^3} \right] e^{-j\beta r} \quad (1)$$

$$\underline{E}_\theta = 30\beta^2 I_0 dz \sin \theta \left[j \frac{1}{\beta r} + \frac{1}{(\beta r)^2} - j \frac{1}{(\beta r)^3} \right] e^{-j\beta r} \quad (2)$$

$$\underline{H}_\phi = \frac{\beta^2}{4\pi} I_0 dz \sin \theta \left[j \frac{1}{\beta r} + \frac{1}{(\beta r)^2} \right] e^{-j\beta r} \quad (3)$$

$$\underline{E}_\phi = 0 \quad \underline{H}_r = 0 \quad \underline{H}_\theta = 0$$

conditii: $r \gg dz$; $dz \ll \lambda$; curent presupus uniform.

Factorul care exprimă variația în timp $e^{j\omega t}$ a fost omis deoarece peste tot se consideră o variație armonică în timp, cu aceeași frecvență. Drept urmare, componentele vectorilor caracteristici au fost scrise ca fazori. Oscilatorul electric elementar nu reprezintă un sistem radiant real, fizic realizabil, dar ecuațiile (1 - 3) sunt utile la calculul, prin integrare, al câmpurilor antenelor electrice reale.

Pentru analiza fazorială, se pleacă de la una dintre formele ultimilor ecuații scrise mai sus, în care se pune condiția $\beta = 1$, sau $\beta = 1$. Dacă ținem seama de notația $A = \frac{1}{4\pi r^2} \frac{d^2 p}{dt^2}$ în aceste condiții, ecuațiile devin:

$$E_r = 2A \cos \theta \left[\frac{1}{r^3} \sin(\omega t - r) + \frac{1}{r^2} \cos(\omega t - r) \right] \quad (10)$$

$$E_\theta = A \sin \theta \left[-\frac{1}{r^3} \sin(\omega t - r) - \frac{1}{r^2} \cos(\omega t - r) + \frac{1}{r} \sin(\omega t - r) \right] \quad (11)$$

$$H_\phi = \frac{1}{Z_0} A \cos \theta \left[\frac{1}{r^2} \cos(\omega t - r) + \frac{1}{r} \sin(\omega t - r) \right] \quad (12)$$

Se observă că ecuațiile de mai sus exprimă un defazaj între câmpurile electrice și câmpul magnetic, respectiv între rezultanta câmpurilor electrice E_r, E_θ și câmpul magnetic H_ϕ (fig. 3.); acest defazaj este funcție de r .

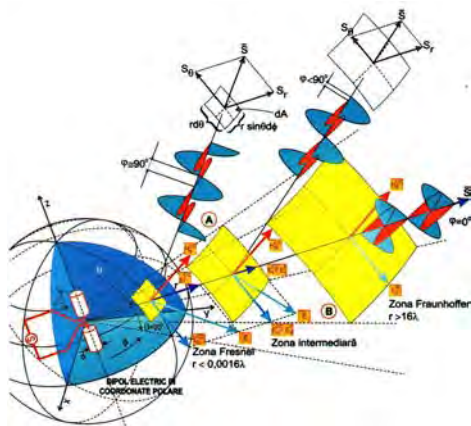


Fig.3. Sistemul de coordonate si componentele campului electromagnetic pentru dipolul electric elementar

Dat fiind faptul că sensibilitatea senzorului magnetic reclamă univoc creșterea diametrului bobinei și a numărului de spire, pentru proiectare se adoptă un criteriu de optimizare între *sensibilitate* și *rezoluție* (distanța minimă dintre două puncte successive de măsură a câmpului magnetic). Se ține seama, de asemenea, de condițiile de realizare tehnică și de gabarit. S-a ales, astfel, un suport al bobinei cu dimensiunile de:

$$\Phi_{\text{interior}} = 82 \text{ mm}$$

$$\Phi_{\text{exterior}} = 190 \text{ mm}$$

Calculul numărului de spire se face plecând de la volumul disponibil pentru bobinaj și având în vedere folosirea unui conductor $CuEm$ cu dimensiunea minimă $\Phi = 0.3 \text{ mm}$, permisă de condițiile tehnice actuale. Astfel, numărul de spire este:

$$N = A / 9 \cdot 10^{-3} - 10\% \approx 90 \text{ 000 spire}$$

unde A este aria secțiunii (disponibilă pentru bobinaj) iar 10% reprezintă "pierderile" spațiale acceptate la bobinaj.

Un câmp magnetic sinusoidal $H \cdot e^{j\omega t}$ induce o forță electromotoare:

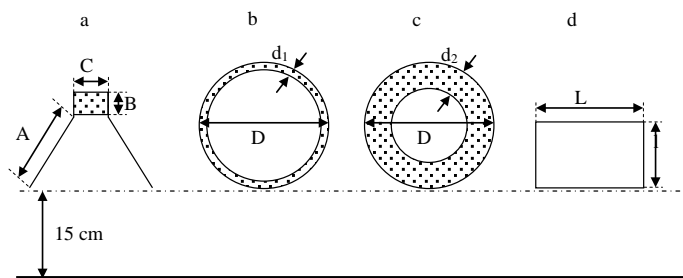
$$E_0 = j\omega \mu_0 \pi R^2 N H \cos \theta e^{j\omega t}$$

adică $E_0 = -N \frac{d\Phi}{dt}$ cu $\Phi = \mu_0 A H \cos \theta e^{j\omega t}$, $\Phi = \mu H A$, într-un circuit/bobină de rază R cu N spire, ϑ fiind unghiul între direcția câmpului magnetic și axa bobinei. Presupunând că bobina are lungimea d , inductivitatea acesteia poate fi aproximată prin:

$$L = \mu_0 N^2 R \left[\log \left(\frac{16R}{d} - \frac{7}{4} \right) \right]$$

Experimentarea senzorului izotrop pentru câmp magnetic/electric la frecvența de 50 Hz propus Pentru a experimenta funcționarea condensatorilor ca senzori de câmp electric a fost pregătit un *setup* experimental în care

trei (patru) dispozitive capacitive au fost testate în ceea ce privește detecția câmpului electric provenit de la rețeaua de alimentare cu energie electrică (50 Hz) (vezi Fig. 4 și Fig. 5).



Cablu conectat la 220V/50Hz

Fig. 4. Setup-ul experimental pentru detecția câmpului electric folosind condensatori

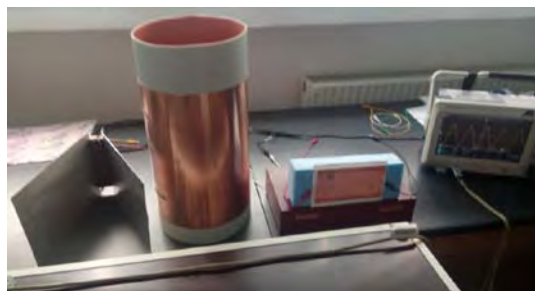


Fig. 5. Imagine a setup-ului experimental

În figura 6 se prezintă un exemplu privind desenele de execuție aferente proiectului de senzor izotrop.

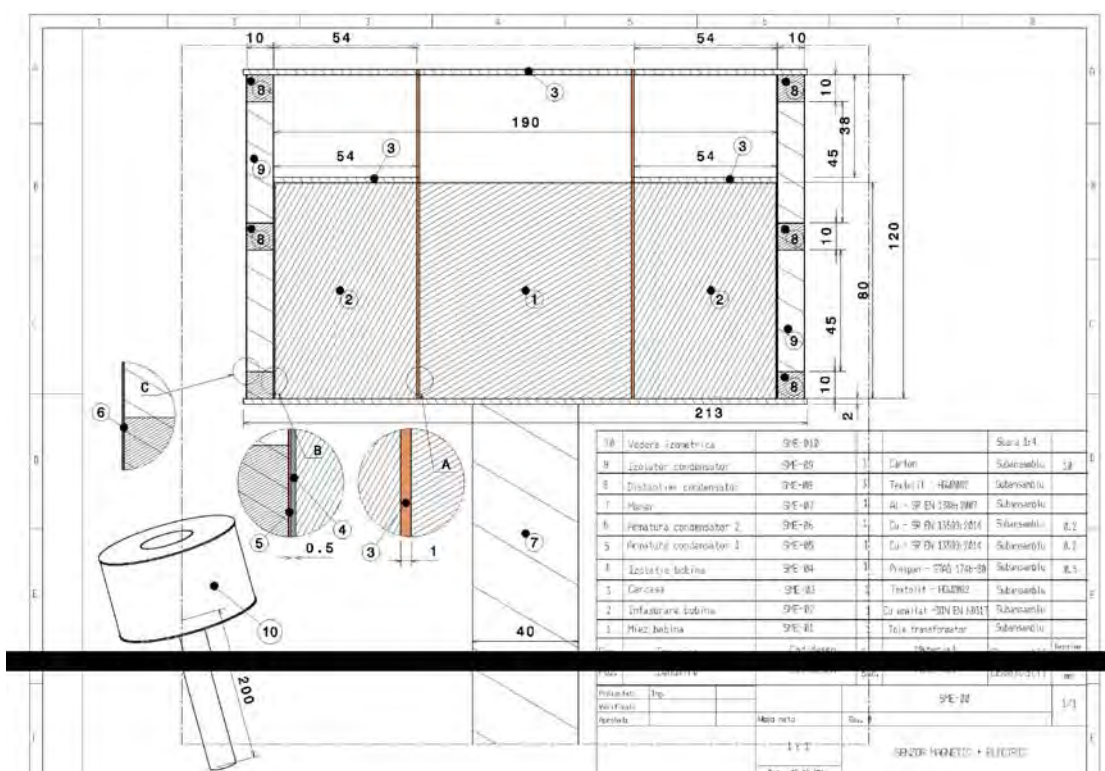


Fig. 6. Exemplu desen de execuție.

PN16110111- SISTEM INFORMATIC PENTRU MANAGEMENTUL FLEXIBIL ȘI ADAPTIV AL DOCUMENTAȚIILOR TEHNICE DE UTILAJ PETROLIER

Faza: 1 - Sistematizarea și modulizarea construcțiilor metalice din componența instalațiilor de foraj reprezentative, cu simulare 3D

Faza: 2 - Sistematizarea și modulizarea trolilor de foraj din componența instalațiilor de foraj reprezentative

Utilajele din domeniul petrolier se constituie în sisteme complexe de instalații, echipamente, scule și dispozitive, într-o gamă largă de mărimi, destinate să asigure realizarea proceselor tehnologice de foraj și extracție pentru țigăi și gaze la adâncimi medii, mari și foarte mari (peste 12000 m), în condiții variate de presiuni (până la 1400 bar și mai mari), de acțiune a mediilor agresive cu H₂S și CO₂, cu temperaturi la talpa sondei de peste 300°C.

În cazul instalațiilor de foraj, diversitatea constructivă este strâns legată de adâncimea de foraj pentru care este destinată, sistemul de montare și transport, sistemul de acționare utilizat, amplasare etc.

În marea majoritate a cazurilor, exploatarea zăcămintelor de țiței și gaze impune adaptarea unor instalații și echipamente la condițiile specifice forajului terestru și marin.

Modul de transport al utilajului petrolier de la o locație la alta impune ca acesta să aibă o construcție variată, pentru a putea să fie transportat în blocuri mari – în condițiile câmpurilor petrolifere deschise, în blocuri mici, helicopterabile – pentru zone fără drumuri de acces sau montate pe șasiuri de mare capacitate, cu axe multiple și cu roți de diametre mari.

Echipamentele, sculele și dispozitivele care asigură realizarea procesului de foraj precum și cele care echipază sondele de țiței și gaze se constituie și acestea într-o gamă variată de construcții și mărimi, după funcțiile care le îndeplinesc, după diametrele și presiunile de lucru și după mediile existente în sonde, unele corozive prin acțiunea apei sărate, altele puternic corozive prin prezența în țiței și/sau gaze a H₂S și CO₂ în diferite concentrații.

Datorită complexității mari, utilajul petrolier se caracterizează printr-un ciclu lung de fabricație, care poate atinge o durată de 2 - 3 ani de la conceperea soluției tehnice până la fabricarea produsului, în general, fabricația fiind de unicat sau serie mică.

Instalațiile, echipamentele și dispozitivele sunt grupate în familii mari de tip – dimensiuni; această varietate este creată pentru a răspunde tuturor condițiilor și parametrilor tehnici impuși de tehnologiile aplicate, de natura zăcămintelor, a stratelor traversate sau de alți factori ce intervin în procesele de foraj al sondelor și de exploatare a zăcămintelor de țiței și gaze.

Proiectarea acestor instalații presupune, după întocmirea schemei cinematice, alegerea/proiectarea echipamentelor specifice care intră în componența instalației în baza parametrilor tehnici stabiliți prin schema cinematică. O baza informatică de date compusă din echipamentele reprezentative, grupate pe sarcini, ar presupune un timp mult mai scurt de proiectare dar și o verificare prin care să poată fi eliminate eventualele vicii de proiectare.

Obiectivul proiectului este realizarea unei baze de bibliotecă digitale cuprinzând echipamentele reprezentative ale instalațiilor de foraj-extracție, grupate după rolul funcțional, astfel:

- construcții metalice (turle, masturi, substructuri) din componența instalațiilor de foraj staționare și transportabile reprezentative;
- trolii de foraj, componenta principală a sistemului de manevră al instalațiilor de foraj;
- geamblacuri și macarale cârlig, echipamente din cadrul sistemului de manevră;
- mese rotative, capete hidraulice, componente ale sistemului de rotire.

În prima fază a proiectului a fost realizată baza de date conținând construcțiile metalice (turle, masturi, substructuri) din componența instalațiilor de foraj-intervenție reprezentative proiectate în cadrul institutului. Au fost prezentate instalațiile de foraj și intervenție fixe și transportabile (scurtă descriere, clasificare și prezentarea principalelor caracteristici tehnice). De asemenea, au fost prezentate construcțiile metalice din componența instalațiilor de foraj și intervenție reprezentative: F200, F250, F320, WF 100, WF 125, WF 150.

Baza de date conținând construcțiile metalice a fost realizată cu ajutorul programului Microsoft Excel. Componentele metalice din componența instalațiilor de foraj reprezentative (masturi, turle, substructuri) au fost împărțite în directoare denumite după instalația respectivă. Directoarele conțin componenta metalică împărțită pe subansambluri și componente individuale denumite atât după numărul de desen cât și după denumire, astfel încât fiecare element să poată fi identificat cu ușurință. Baza de date este structurată pe cele trei ansambluri principale: mast, turlă, substructură, un fișier pentru fiecare tip. În cadrul acestui fișier au fost realizate foi de lucru (Worksheets) pentru fiecare instalație în parte, denumite după instalația respectivă.

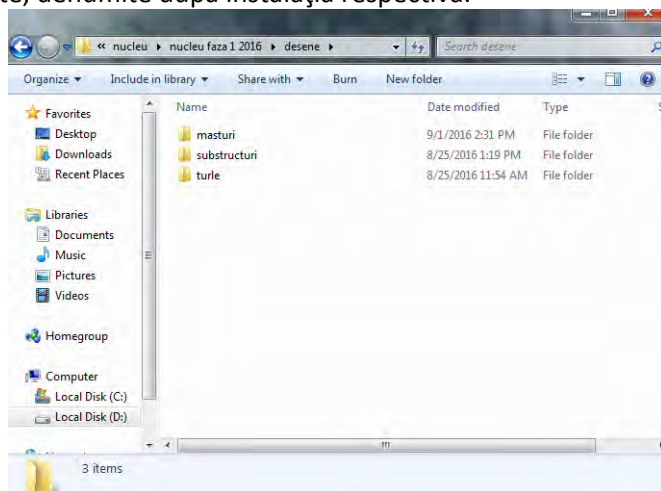


Fig. 1 Baza de date cu structurile metalice ale instalațiilor de foraj

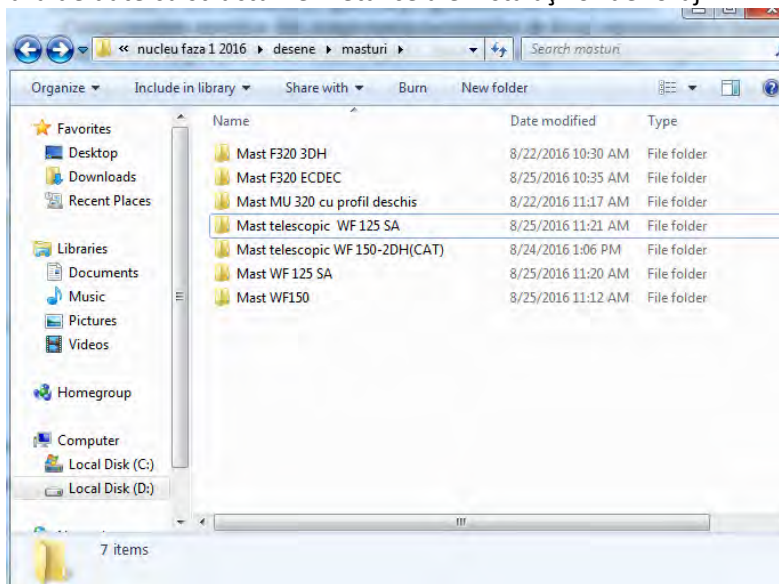


Fig. 2 Baza de date cu masturile instalațiilor de foraj

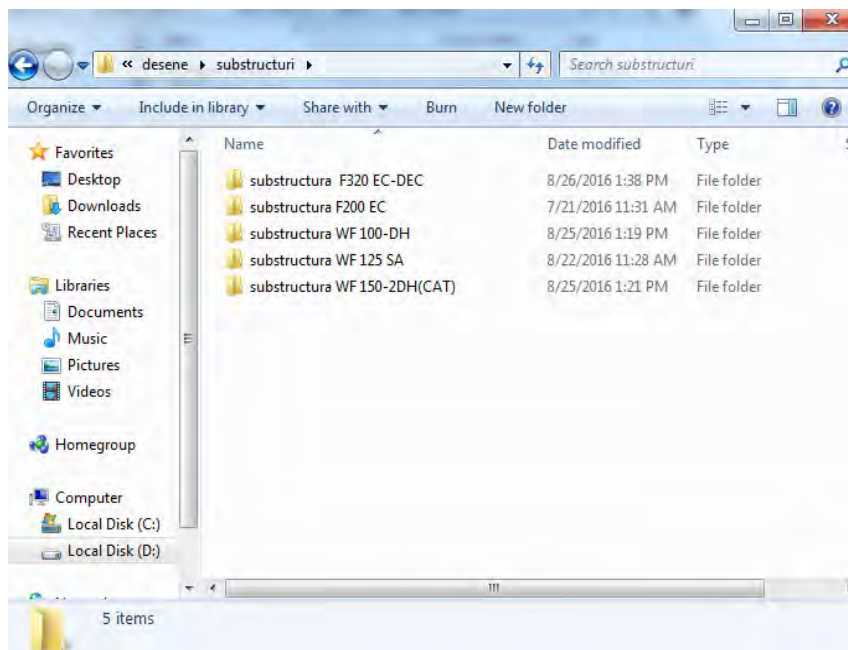


Fig. 3 Baza de date cu substructurile instalațiilor de foraj

Directoarele conțin componenta metalică împărțită pe subansambluri și componente individuale denumite atât după numărul de desen cât și după denumire, astfel încât fiecare element să poată fi identificat cu ușurință.

Un alt capitol al lucrării îl reprezintă verificarea la încărcări prin metoda elementului finit a unui component reprezentativ.

Analiza cu element finit presupune:

- modelarea geometrică a ansamblului;
- modelarea cu element finit;
- introducerea încărcărilor elementare și stabilirea combinațiilor de încărcări;
- realizarea efectivă a analizei statice cu element finit;
- obținerea hărților de tensiuni și deformații și prin urmare a deformațiilor maxime și a eforturilor unitare maxime, pe combinații de încărcări
- interpretarea rezultatelor obținute și concluziile analizei cu element finit.

1) Calculul prin Metoda Analizei cu Element finit a turlei TP100

Au fost stabilite încărcările elementare și combinațiile de încărcări la care este supusă turla în timpul exploatării și au fost stabilite hărțile de tensiuni și deformații pentru fiecare combinație de încărcare. În urma analizei cu element finit a turlei au rezultat următoarele concluzii:

- Cea mai severă încărcare cu tensiuni și cele mai mari deformații se întâlnește în combinația **Stare de repaos cu prăjini și cu vânt**: Greutate proprie turlă și Greutate moartă macara-cârlig + Pretensionare tensori + Rezemare 1 stivă la Pod Podar + Vânt condiții de repaos cu viteza $V=120\text{km/h}$ Transversal (Grupă de încărcări secundare). Pentru această combinație de încărcări se obține valoarea maximă a Rezultantei Tensiunilor din secțiunile elementelor pentru Turla TP100 (243.9 MPa) mai mică decât rezistența admisibilă. Această tensiune maximă s-a obținut în montantul $\varnothing 140 \times 8\text{mm}$, fața A, dreapta, deasupra porții. Maximul pentru tensiunile negative s-a obținut pe fibra comprimată a secțiunii.

- Pentru toate combinațiile de încărcări, coeficientul de siguranță este mai mare decât cel recomandat pentru grupa de încărcări respectivă, deci structura turlei rezistă.

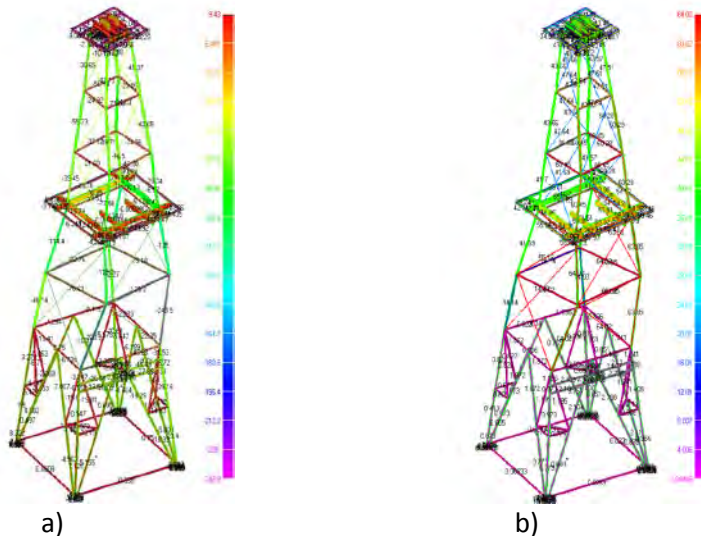


Fig. 4 Turla TP 100 - Hărțile de tensiuni - a) și deformații – b) pentru combinația de încărcări cea mai severă -Stare de repaos cu prăjini și cu vânt

2) Calculul prin Metoda Analizei cu Element finit a structurii de rezistență a Substructurii instalației de foraj F125.

Analiza Statică cu Element Finit a structurii de rezistență a substructurii instalației de foraj F125 se realizează în scopul verificării rezistenței la încărcarea produsă de mastul MA125 la o sarcină maximă de 140 tf.

Pentru calculul de rezistență al substructurii a fost modelat mastul MA125 și a fost analizată o combinație de încărcări elementare asupra structurii acestuia, și anume combinația de încărcări C1- Sarcina maximă statică la cârlig + greutatea moartă la cârlig, $F_c=140\text{tf}$, compusă din următoarele încărcări elementare:

- 1.LC1-greutatea proprie a mastului MA125, 40 tf;
- 2.LC2-sarcina moartă la cârlig (greutatea macaralei-cârlig și a capului hidraulic), 15 tf;
- 3.LC3-sarcina maximă statică la cârlig, 125tf;
- 4.LC4-rezemarea unei stive de prăjini la podul podar, forța orizontală, 700 daN;

Cazul de încărcare pentru substructura F125 constă în combinația de încărcări C2, realizată prin introducerea reacțiunilor obținute la combinația de încărcări C1 asupra mastului, cu semn schimbat, pe fiecare din cele șase noduri de fixare ale caprelor mast ale substructurii (trei noduri de fixare pentru fiecare capră mast).

Au fost stabilite hărțile de tensiuni și deformații și au rezultat următoarele concluzii:

- Pentru elementele tip grindă (BEAM), cel mai mare efort unitar de compresiune pe fibra comprimată a elementelor se obține în diagonale față dreapta, capră mast dreapta, element nr.17605, secțiunea RC6-2xU16; Acest efort unitar de compresiune este mai mic decât rezistența admisibilă a materialului elementului și coeficientul de siguranță obținut este mai mic decât coeficientul de siguranță recomandat, deci structura rezistă pentru combinația de încărcări C2;

- Pentru elementele tip grindă (BEAM), cel mai mare efort unitar de întindere pe fibra întinsă a elementelor se obține în grinda suport de prindere a piciorului mastului dreapta, nodul central; Acest efort unitar de întindere este mai mic decât rezistența admisibilă a materialului elementului și coeficientul de siguranță obținut este mai mic decât coeficientul de siguranță recomandat, deci structura rezistă pentru combinația de încărcări C2;

- Pentru elementele tip înveliș (PLATE), maximul rezultantei eforturilor unitare se obține în pereții verticali ai grinzii de prindere a piciorului mastului, în partea superioară a peretelui, sub prinderea piciorului mastului, capră mast stânga. Acest efort unitar este mai mic decât rezistența admisibilă a materialului elementului și coeficientul de siguranță obținut este mai mic decât coeficientul de siguranță recomandat, deci structura rezistă pentru combinația de încărcări C2.

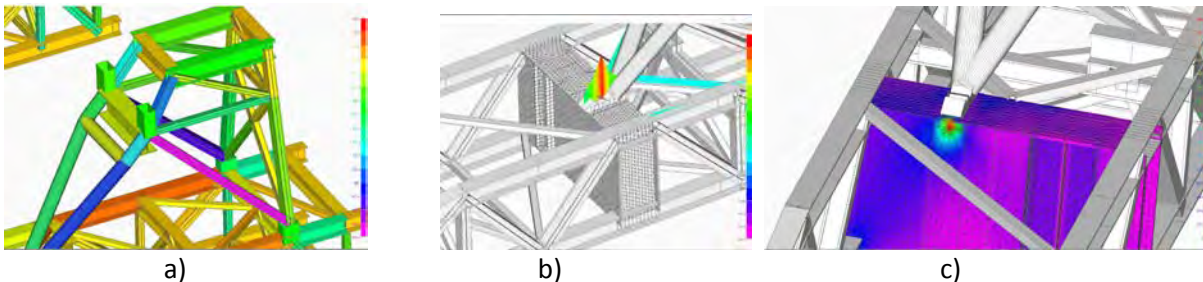


Fig.5 Substructura instalației de foraj F125 - Hărți de tensiuni a) pentru elemente tip grindă (compresiune); b) pentru elemente tip grindă (întindere); c) pentru elemente tip înveliș

A fost realizată și o reprezentare 3D a componentelor metalice ale instalației F320 (mast, substructură și ansamblu mast + substructură).

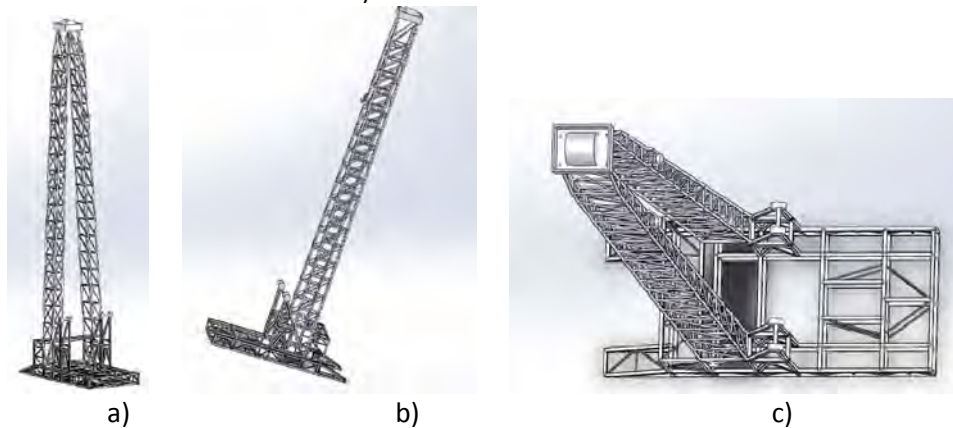


Fig. 6 Ansamblu mast + substructură F 320 : a – vedere din față ; b – vedere din lateral ; c – vedere de sus

În faza a doua a proiectului a fost realizată baza de date conținând troliile de foraj din componența unor instalații de foraj-intervenție reprezentative. Baza de date cuprinzând troliile de foraj din cadrul instalațiilor de foraj și intervenție vine în completarea bazei de date realizate la etapa anterioară a proiectului, ce conține structurile metalice din componența instalațiilor de foraj și intervenție (masturi, substructuri, turle).

Pentru troliile de foraj, în această bază de date a fost creat un fișier cu extensia .xls denumit „trolii”, în care s-a realizat câte o foaie de lucru (worksheet) pentru fiecare troliu din componența diferitelor instalații de foraj: TF 25E din componența instalației F200, TFI 21 -instalația de foraj și intervenție WF 125 SA, TF 38 - instalația F320 DEA/EA.

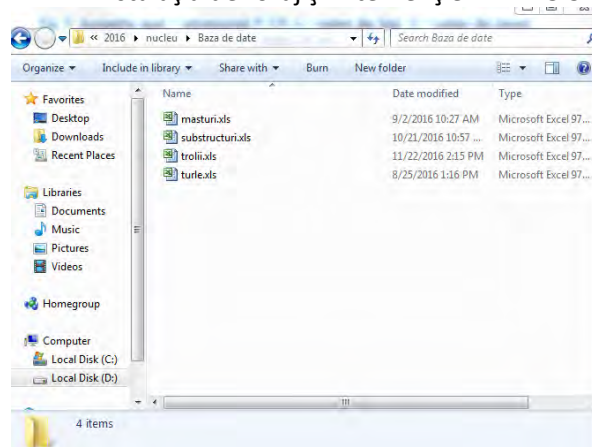


Fig 7 Baza de date cuprinzând structurile metalice și troliile de foraj din cadrul instalațiilor de foraj

Pentru verificarea la încărcări prin metoda elementului finit a unui troliu de foraj reprezentativ, a fost realizat calculul principalelor elemente ale troliului de foraj TF25 din componența instalației de foraj transportabile F200 DEC-T:

- forța maximă în cablu la toba de manevră;
- calculul de alegere și verificare a cablului de manevră;
- calculul tobei de manevră;
- calculul de dimensionare a arborelui tobei de manevră,

apoi s-a verificat rezistența acestui troliu prin metoda Analizei statice cu element finit la combinația de încărcări „Forța maximă în cablul troliului de 250 kN”.

În urma analizei statice cu element finit a arborelui tobei de manevră TF25, pentru Combinația de încărcări „Forța maximă în cablul troliului de 250 kN” se obține deformația maximă a arborelui, Def_max= 0,094 cm, în capătul din dreapta al arborelui, pe partea cu roata de lanț, transmisia „încet”.

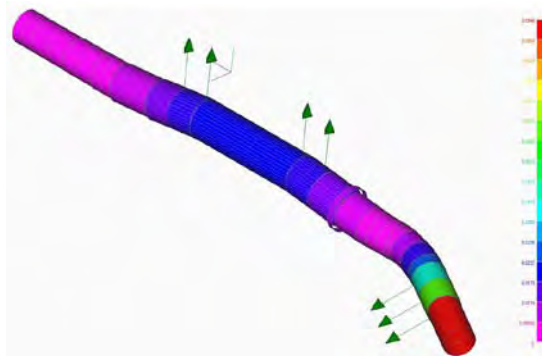


Fig. 8 **Harta de deformații pentru arborele tobei de manevră**

Eforturile unitare maxime rezultante pentru combinația de încărcări „Forța maximă în cablul troliului de 250 kN” sunt următoarele:

1. Pentru elementele tip grindă, cel mai mare **efort unitar de compresiune** pe fibra comprimată a elementelor $\text{Sigma_rezult_compresiune} = -1421 \text{ daN/cm}^2$, în partea dreaptă a arborelui, pe partea cu roata de lanț „încet”, pe tronsonul $D=18.5\text{cm}$ $L=4.8\text{cm}$ RC3 (fig. 5).

Materialul este 42CrMo4 îmbunătățit la 310 HB pentru care $\text{Sigma_rezult_compresiune} = 1421 \text{ daN/cm}^2 < \text{Sigma_curgere} = 6500 \text{ daN/cm}^2$

Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \text{Sigma_curgere} / \text{Sigma_rezult_compresiune} = 6500 / 1421 = 4.57 > \text{Coeficientul de siguranță recomandat, } C_r = 1.26$, deci arborele tobei troliului TF25 rezistă pentru combinația de încărcări analizată.

Pentru elementele tip grindă, cel mai mare **efort unitar de întindere** pe fibra întinsă a elementelor, $\text{Sigma_rezult_întindere} = 1258 \text{ daN/cm}^2$, în partea dreaptă a arborelui, pe partea cu roata de lanț „încet”, pe tronsonul $D=18.5\text{cm}$ $L=4.8\text{cm}$ RC3 (fig. 6).

Materialul este 42CrMo4 îmbunătățit la 310 HB pentru care $\text{Sigma_rezult_întindere} = 1258 \text{ daN/cm}^2 < \text{Sigma_curgere} = 6500 \text{ daN/cm}^2$

Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \text{Sigma_curgere} / \text{Sigma_rezult_întindere} = 6500 / 1258 = 5.16 > \text{Coeficientul de siguranță recomandat } C_r = 1.26$, deci arborele TF25 rezistă pentru combinația de încărcări analizată

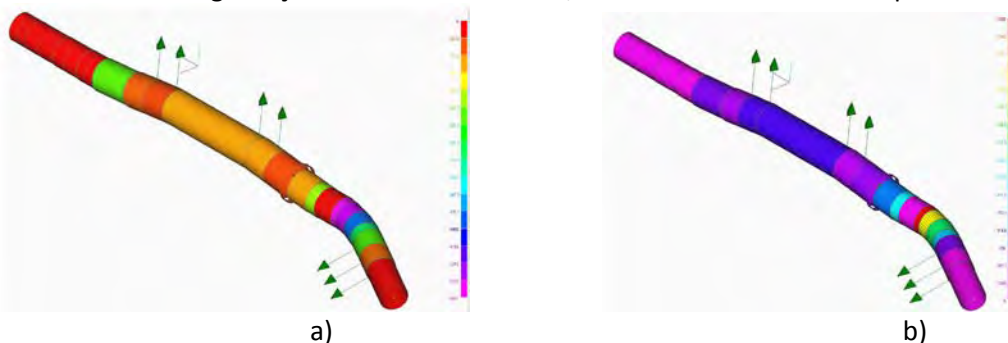


Fig. 9 **Harta de tensiuni pentru arborele tobei de manevră a)compresiune; b) întindere**

A fost realizată și o reprezentare 3D unui troliu de foraj reprezentativ : troliul TF 38 din componența instalației de foraj F320.

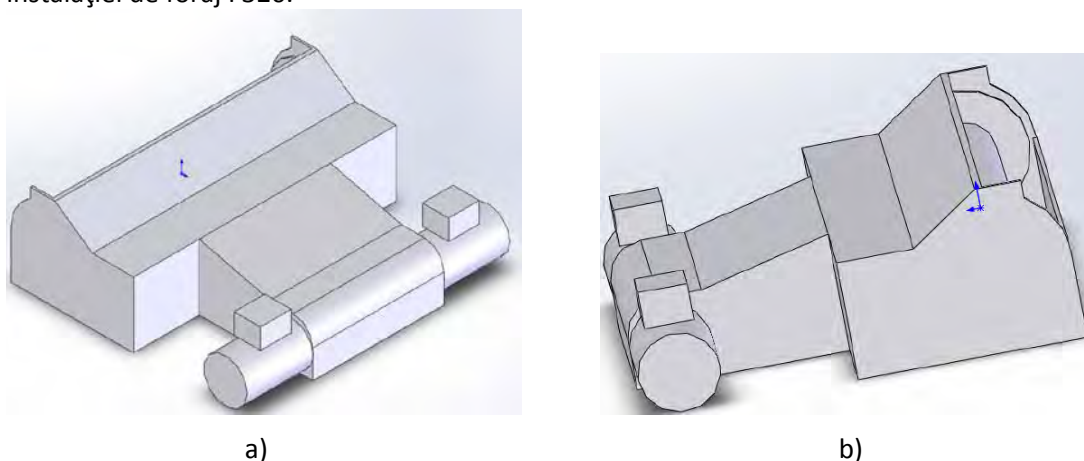


Fig. 10 Troliu în reprezentare tridimensională: a – vedere lateral stanga ; b - vedere lateral dreapta;

Baza de date permite:

- identificarea rapidă a desenelor existente;
- adaptarea rapidă a instalațiilor și echipamentelor la cerințele specifice ale beneficiarilor;
- realizarea rapidă a modificărilor apărute în timpul fabricației;
- posibilitatea gestionării facile și rapide a datelor;
- obținerea rapidă a unor informații exacte legate de caracteristicile funcționale și dimensionale.

PN161101012 ACTUATORI MAGNETOSTRICTIVI PENTRU EXPLOATAREA ZACAMINTELOR SĂRĂCITE

Proiectul se referă la una din noile aplicații ale actuației magnetostrictive și anume exploatarea zacaminelor petroliere sărăcite.

Mai jos este redată o sinteza a aplicațiilor actuatorilor magnetostrictivi în domeniul exploatarei petroliere și a recuperării zăcămintelor sărăcite, în funcție de domeniul de frecvență[1,2,3].

Tabel 1. Aplicații pe domenii ale frecvenței în domeniul petrolier.

| Tipul de unde | Domeniul de frecvență | Aplicația [6,7,8,9,10,11,12,13,14] |
|---------------|----------------------------|--|
| Seismice | 0- 15 Hz | a)Fracturari b) Fisurari grosiere |
| Infrasonore | 0,5-20Hz | c) Fisurari și forțarea propagării zăcămintului din ganglionii cu titei |
| Sonore | 20Hz- 20kHz | d)Fisurari fine e) Actuația medie și grosieră lichidelor petroliere în capilarele structurilor geologice. |
| Ultrasonore | 16kHz- 10^{10} kHz | e) Actuația(microdeplasarea) fină alichidelor petroliere în capilarele structurilor geologice. f)Microfisurări la nivelul porilor de membrană g) Micșorarea medie vîscozității lichidelor petroliere |
| Hipersonore | $10^{10} kHz - 10^{14} Hz$ | h) Micșorarea fina a vîscozității lichidelor petroliere. i) Propagări controlate ale lichidelor in microcapilarele din straturile geologice. |

Ca tendinta generala , in acest moment [10,11,12,13,14], tehnologia de exploatare se efectueaza la frecvente ultrasonore , domeniul in care se produce micșorarea viscozitatii ce implica fluxuri sau debite mult marite pina la 30-50%.In Fig.1 este propus un astfel de sistem bazat pe actuație magnetostrictivă și este redat in detaliu modul in care se produce exploatarea, prin actuatorii dispusi axial in putul de foraj , stimulind si micșorind viscozitatea zacamintului , care apoi patrunde prin putul de foraj , fiind apoi pompat in rezervoare. Structura unui zacamint de țitei include in mod real două structuri importante. ;

- I.Structura morfologica (din punct de vedere geologic),
- II.Structura de zăcămînt propriu-zis , lichid (țiței, petrol)

Din punctul de vedere al abordării vor fi considerate trei tipuri de modele;

A.Modelarea la nivelul ganglionului de petrol în legatură cu microstructuracapilară(MGC),

B.Modelul structurii geologice cu subdomeniul poros cu studiul antrenării lichidelor și propagării(MPP).

C. Modelul structurii geologice cu domeniul hibrid ; subdomeniul poros, subdomeniul cu capilare și ganglioni de țiței și subdomeniul rigid impermeabil la care se adaugă subdomeniul de stimulare sau antrenare pe baza de actuatori piezoelectrice sau magnetostrictivi de putere mică (MGCIS).

O sinteză a celor trei tipuri de modele este prezentată în tabelul de mai jos.

Primul model propus A.Modelarea la nivelul ganglionului de petrol în legatură cu microstructuracapilară(MGC), are ca obiectiv principal studiul deplasării fluidului de zăcămînt (titei, petrol) ,între ganglioni care înmaghazinează fracțiunile de zăcămînt, prin canalele capilare .Proiectul acestui model este prezentat în Fig.2 Schema de principiu este prezentată în Fig.2,a), iar modelul experimental propriu-zis în Fig.2.b).

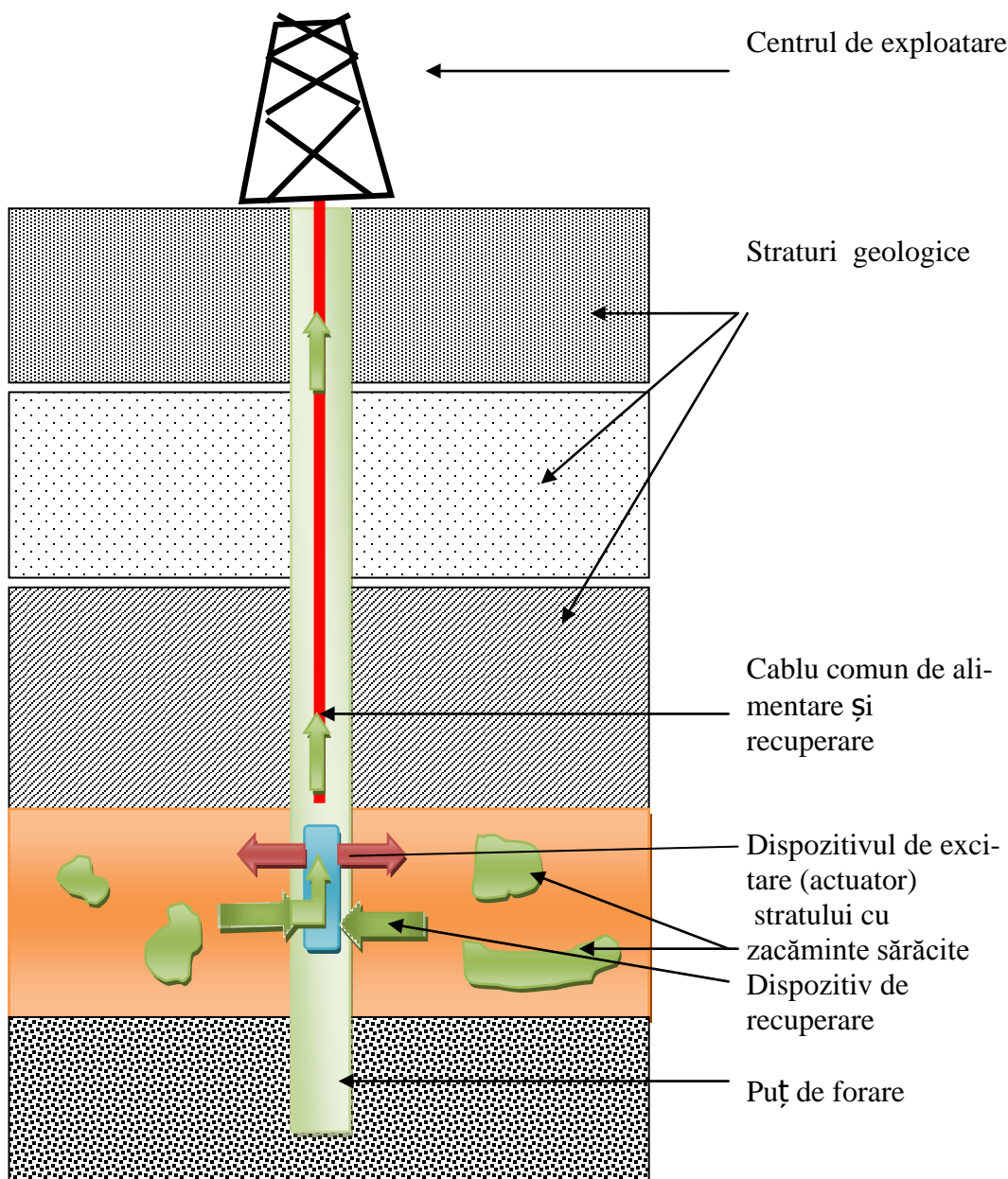


Fig.1 Sistem de foraj în care actuatorii au rol de fisurare fiind montați pe sistemul de forare

Tabel 5. Sinteza privind caracterizarea celor 3 tipuri de modelari.

| Modelare | Sub-domeniu poros | Sub-domeniu capilar | Sub-domeniu ganglionar | Sub-domeniu impermeabil | Posibilitati de control al izotropiei | Actuatori de stimulare |
|----------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|
| A. MGC | | X | X | | | Microactuatori piezoelectrice |
| B. MPP | X | | | X | X | Microactuatori piezoelectrice |
| C. MGCIS | X | X | X | X | X | Microactuatori piezoelectrice si magnetostrictivi |

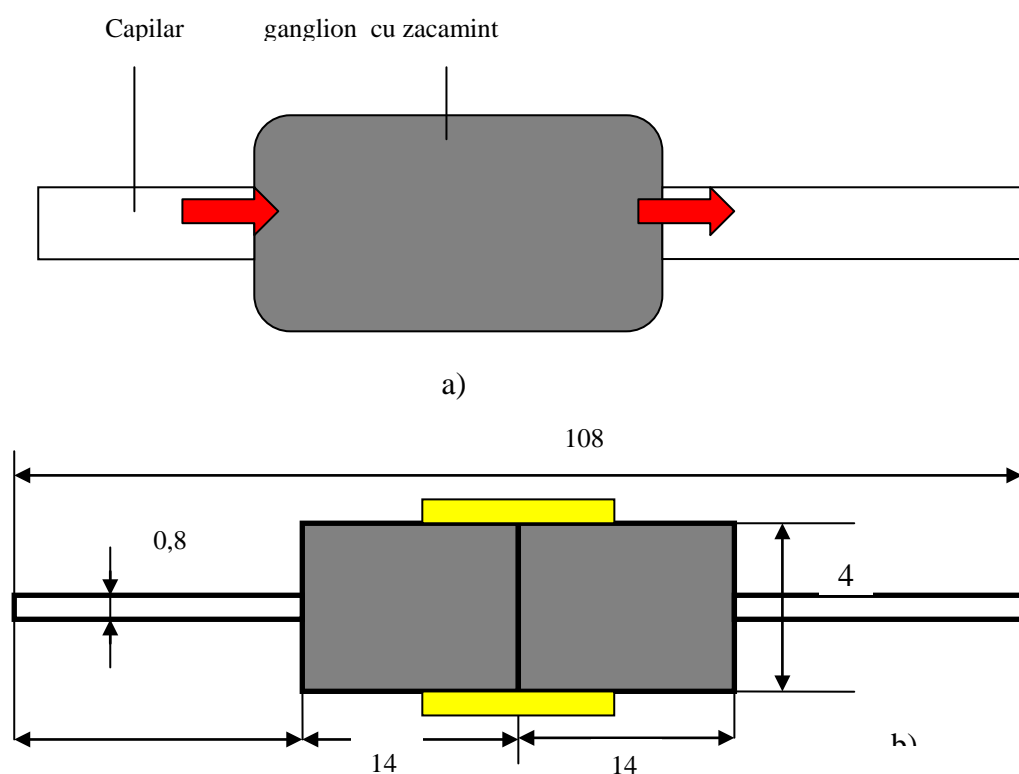


Fig.2 Modelul ganglionului si deplasarii prin menisc capilar al titeiului.
 A) doilea model experimental ; B) Modelul structurii geologice cu subdomeniul poros pentru studiul antrenarii lichidelor si propagarii(MPP), are ca obiectiv studiul propagarii undelor progresive intr-un mediu u morfologie similara domeniului in care se afla zacamintul saracit (Fig.3).

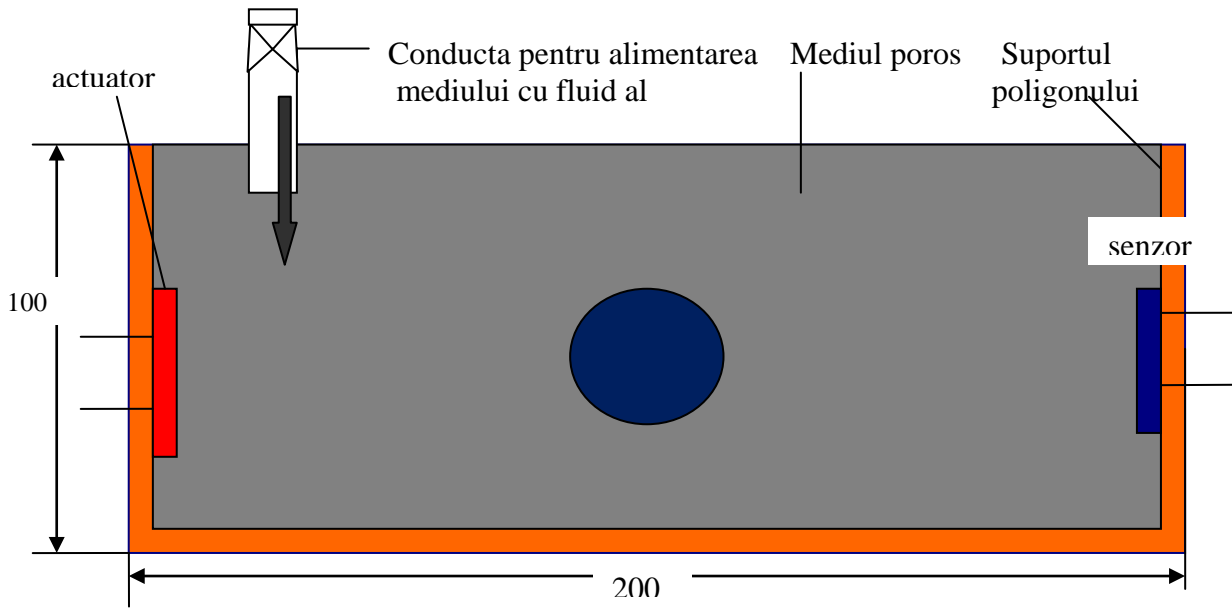


Fig.3 Modelul B. Modelul cu subdomeniul poros pentru studiul antrenării lichidelor și propagării (MPP).
 C. Modelul structurii geologice cu domeniul hibrid ce include subdomeniul poros, subdomeniul cu capilare și ganglioni de țigăi cit și subdomeniul rigid impermeabil la care se adaugă subdomeniul de stimulare sau antrenare pe baza de actuatori piezoelectrice sau magnetostrictivi de putere mică (MGCIS)
 În Fig.4 este prezentat modelul geometric

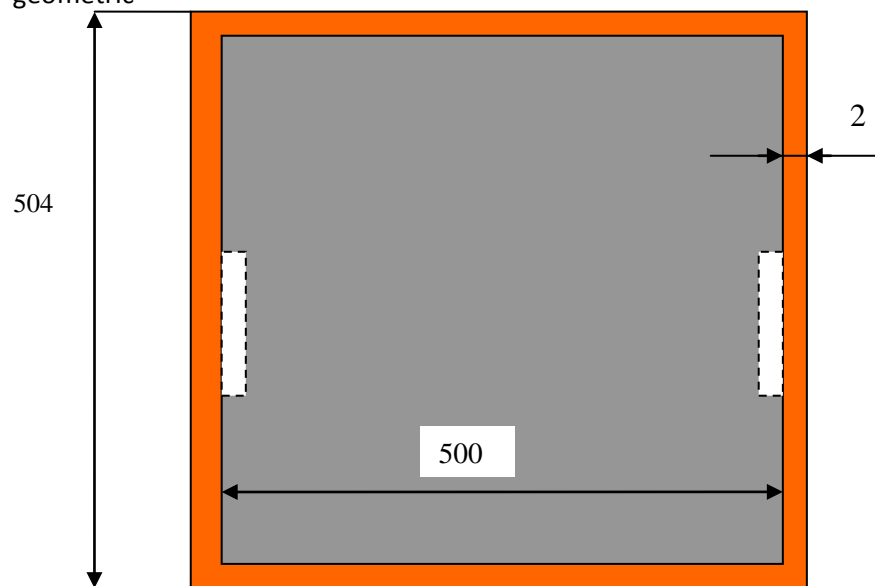


Fig.4

În Fig.5 este prezentată structura actuatorului magnetostrictiv iar în Fig.4 rețerele principale .



Fig.5 Modelul experimental de actuator magnetostrictiv (vedere laterală).

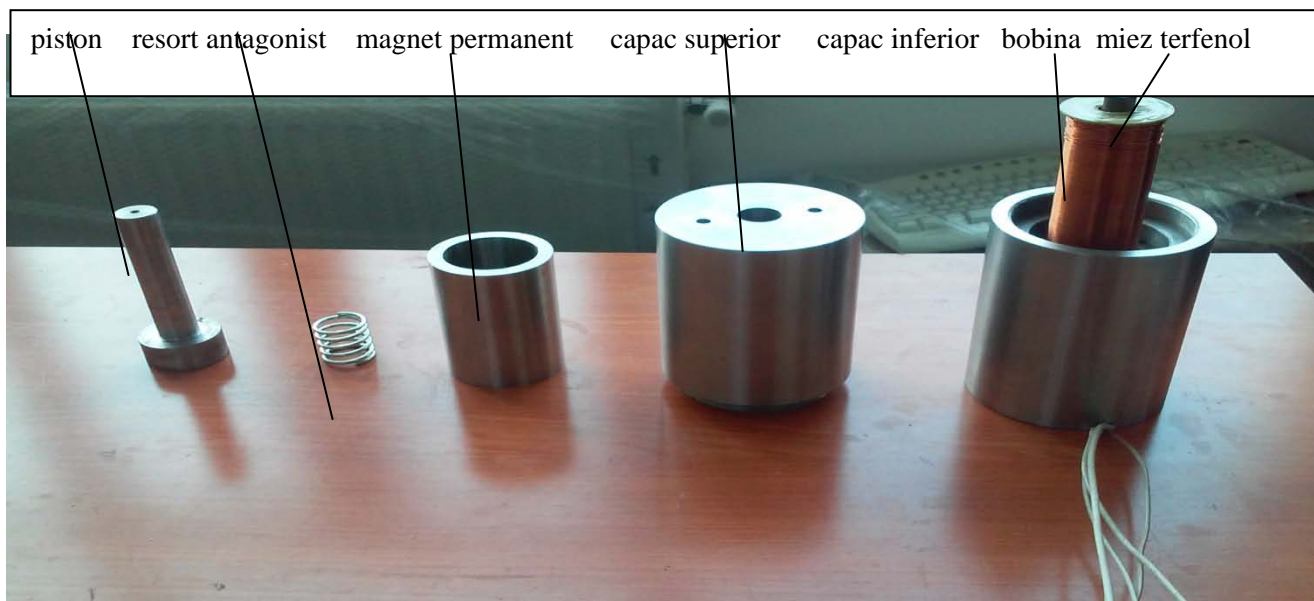


Fig.5 Modelul experimental de actuator magnetostrictiv de 1kW demontat pentru evidențierea reperelor principale.

PN161101013- SOLUȚII PERFORMANTE DE CREȘTERE A REZISTENȚEI LA UZURĂ A COMPONENTELOR CUPLEI DE FRECARE ROTOR – STATOR A POMPELOR CU CAVITĂȚI PROGRESIVE”

„Identificarea și analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive, identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor”

Obiectivele urmărite în cadrul acestei faze sunt:

- O1: Aspecte privind relațiile dintre proprietățile vâscoelastice și comportamentul tribologic al elastomerilor în scopul optimizării statoarelor pompelor cu cavități progresive;
- O2: Alegerea materialelor elastomerice și a parametrilor geometrici constructivi ai statoarelor în scopul reducerii uzurii cuplei rotor – stator și a măririi performanțelor pompei.

Primul capitol al lucrării are ca scop identificarea și analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavitati progresive.



Fig. 1: Cupla rotor –stator a pompelor cu cavități progresive

Uzura abrazivă se formează la interfața cuplei rotor- stator, în prezența fluidului și a conținutului de particule abrazive. Se poate vorbi de uzură abrazivă dacă raportul dintre dimensiunea celor mai mari particule abrazive și înălțimea fluxului de fluid este supraunitar. În acest caz particulele abrazive sunt incluse într-una din cele două suprafețe aflate în contact, și se comportă agresiv. Aceasta se poate explica printr-un mecanism controlat al proprietăților volumice ale elastomerului. Disiparea energiei produsă prin frecare și deteriorările se raportează la volumele apropiate interfeței cuplei rotor – stator, ale căror dimensiuni sunt funcție de mărimea ariei de contact. Cercetările efectuate arată că uzura prin abraziune este rezultatul dintre o fisurare mecanică locală și o degradare generală mecanochimică (aparitia fenomenului de oxidare a elastomerului, concomitent cu solicitările mecanice mari). Acest tip de deteriorare (figura 2) se caracterizează prin prezența unor suprafețe zgâriate sau uzate pe elastomerul pompei, găuri de diferite mărimi, apariția unor șanțuri spiralate, acestea vor fi mai pronunțate



Fig. 2 – Deteriorarea prin abraziune

Fenomenul de histerezis

Pentru a crea presiune de liftare, se însumează presiunea diferențială dintre cavitățile succesive. Pentru a obține această presiune este necesară etanșarea între rotor și stator. Interferența realizează linii de etanșare continui(figurile 3, 4). Frecarea rezultată și deformația elastică trebuie să depășească momentul de torsiune și de operare a pompei.



Fig. 3- Interferența stator- rotor



Fig. 4 - Secțiune transversală rotor-stator

Atunci când o pompă este instalată într-o sondă, elastomerul statorului este supus temperaturii sondei și compoziției fluidului, care provoacă umflarea elastomerului și creșterea ulterioară a interferenței între rotor și stator. La rotirea rotorului în interiorul statorului acesta din urmă este supus unei deformări ciclice (solicitare-deformare), unde o parte din energie este recuperată elastic, iar pierderea acesteia este stocată sub formă de căldură. Interacțiunea moleculară în lobii statorului și conductivitatea termică scăzută au ca rezultat creșterea temperaturii în interiorul elastomerului (figura 5). Acest proces dinamic de stocare a energiei este numit histerezis.

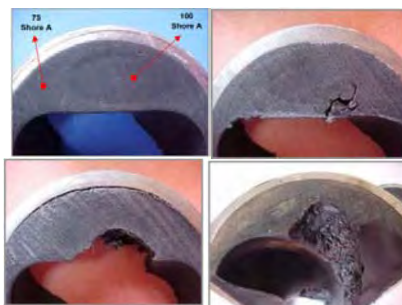


Fig. 5 – Etapele fenomenului de histerezis

Printre cele mai importante variabile care influențează manifestarea efectului de histerezis termic se numără:

1. Interferența între rotor și stator (ajustajul): determină mărimea deformării;
2. Turația rotorului: stabilește frecvența deformării;
3. Diferența de presiune din pompă: comprimarea lobilor statorului;
4. Debitul de fluid și procentul apă: controlează disiparea căldurii.

Ciclul se repetă până când cauciucul se desprinde și se rupe.

Desprinderile masive ale materialului elastomerului.

Acest tip de avarie se caracterizează printr-o suprafață întărită, lucioasă și de formă neregulată a materialului elastomerului în zona de desprindere (figura 6).



Fig. 6- Desprinderi masive ale elastomerului

Pentru a intelege mai bine aceste mecanisme de deteriorare s-au analizat proprietățile mecanice ale elastomerilor si s-a studiat relatiile dintre acestea si vascoelasticitatea cauciucului.

Uzura elastomerilor

Uzura elastomerilor este un fenomen complex care pune in joc o combinatie de procese mecanice, mecanochimice și termochimice. În ciuda dificultății studierii acestor materiale, se poate identifica influența asupra uzurii a parametrilor materialelor, (ca încărcarea) și a parametrilor exteriori (ca lubrefierea).

Pentru cazul elastomerilor, care se particularizează prin importanta lor elasticitate, mecanismele de uzură pot fi:

Uzura interfacială- o puternică disipare de energie de frecare rămâne localizată într-o zonă superficială, de grosime mică, unde o importantă creștere de temperatură este constatată. Uzura de coroziune și de abraziune corespunde acestei clase;

Uzura coezivă: este vorba despre un mecanism controlat de către proprietățile volumice ale materialului..

Parametrii care influențează uzura sunt: compoziția materialelor și condițiile experimentale.

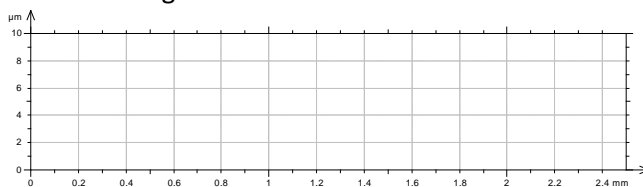
Parametrii materialelor sunt: proprietățile mecanice; efectul temperaturii, adaosul de agenți de umplere în amestec pentru consolidarea matricei;

Condiții experimentale sunt: sarcina aplicată, compoziția atmosferei, ungerea, uzura cu cel de-al treilea corp exterior (cu sau fără lubrefiere).

Pentru a intelege mai bine efectele caracteristicilor materialelor elastomerice asupra cuplei de frecare s-au testat trei tipuri de elastomeri (studiu de caz). Scopul acestor cercetări a fost acela de a analiza comportarea cuplei de materiale în diferite variante, astfel s-au utilizat probe tip rolă durificate cu carbură de wolfram prin procedeul de pulverizare cu viteză mare HVOF și role cromate dur, cu probe tip sabot realizate din trei tipuri de elastomeri utilizați la fabricarea statoarelor pompelor elicoidale: butadien acrilonitrilic, NBR; butadien acrilonitrilic hidrogenat, HNBR și butadien acrilonitrilic carboxilat, XNBR

Încercările s-au efectuat asupra probelor sub forma de cuple de frecare Amsler (rolă-sabot) și s-au efectuat pe Mașina Amsler tip 135. Coeficientul de frecare și uzura s-au stabilit în condiții de alunecare pură pentru cuple de frecare Amsler.

Pentru determinarea rugozității suprafețelor prelucrate ale probelor încărcate cu carburi de wolfram s-a utilizat profilometrul de tip SURTRONIC. Valorile obținute au fost prelucrate cu ajutorul programului TalyProfile Lite 2.1. profilogramele sunt prezentate în figurile 7 și 8.



Măsurătorile de duritate efectuate pe suprafețele probelor au relevat valori ale durițăților situate în intervalul 57...65 HRC îndeplinind astfel condițiile de calitate impuse suprafeței de lucru a rotorului.

Grosimea stratului de carbură de wolfram obținut în urma prelucrării prin rectificare, a fost de aproximativ 0,20 mm, iar a stratului de crom de aproximativ 0,3mm.

Rezultate

În figura 9 se prezintă graficele de variație a uzurii gravimetrice pentru saboți.

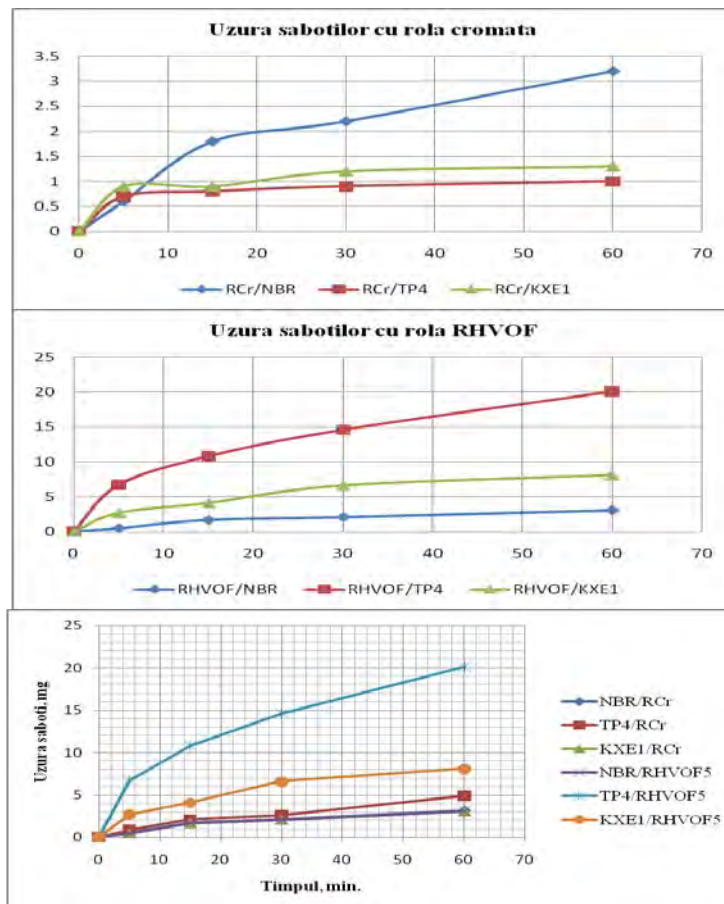


Fig. 9 Variația uzurii gravimetrice în timp pentru saboți din seturile de cuple

Comportamentul îmbunătățit la uzare al cuplelor role cu straturi acoperite prin procedeul HVOF și elastomeri NBR, TP4 și KXE1 s-a datorat carburii de wolfram, rezistența mare la uzare, asigurată de această pulbere, se datorează particulelor de carbură dure care sunt distribuite în matricea metalică de crom cobalt. După cum se vede în figura 14, elastomerul butadien acrilonitric (NBR) a prezentat cea mai mare uzură, în cupla cu rolă cromată, și cea mai mică uzură in cupla cu rolă durificată cu carbură de wólfam. Pentru elastomerul butadien acrilonitrilic hidrogenat (HNBR), comportarea cea mai bună a fost în cupla cu rolă cromată, si , uzura cea mai mare a fost înregistrată în cupla cu rolă durificată cu carbură de wólfam.

În figura 10 se prezintă valorile temperaturilor obținute la încercarea setului cuplelor Amsler role-sabot. Măsurarea s-a făcut în apropierea suprafeței de frecare cu un termocuplu tip J și un multimetru digital tip APPA 306, precizia de măsurare a temperaturii este de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

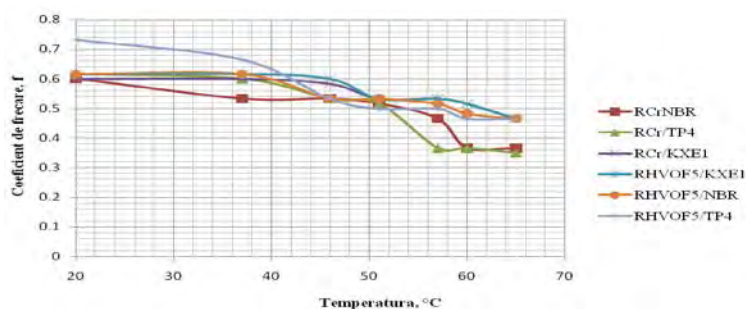


Fig.10 Variația coeficienților de frecare ai cuplelor funcție de temperatură

Măsurătorile arată că cuplele cu role cromate prezintă coeficienți de frecare mai reduși dar cu împrăștieri mai mari înregistrând valori cuprinse între 0,35 și 0,616, decât cuplele cu role încărcate prin pulverizare cu carbură de wolfram, care înregistrează valori cuprinse între 0,466 și 0,616. Nu se constată diferențe semnificative între valorile coeficienților de frecare ale cuplelor de frecare analizate.

Identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor.

Partea a doua a studiului, continuă cu alegerea elastomerilor pentru statoarele pompelor cu cavități progresive, în funcție de analiza caracteristicilor fizico-chimice și mecanice. Se consideră deosebit de importantă cunoașterea morfologiei și a proprietăților mecanice ale suprafețelor în determinarea eforturilor și a răspunsului materialului la diferite condiții de solicitare. Se descrie în continuare geometria și cinematica pompei în scopul înțelegerii influenței parametrilor geometrici în alegerea materialelor și a soluțiilor constructive.

Alegerea materialelor elastomerice pentru statoarele pompelor cu cavități progresive.

În prezent pe piața mondială se produce o gamă largă de elastomeri, dar pentru astfel de aplicații, majoritatea producătorilor folosesc elastomeri butadieni acrilonitrilici (NBR), și variante ale acestora. Structura lor este complexă, deși au la bază aceeași copolimeri: butadiena și acrilonitrilul obținuți prin polimerizare

În cazul NBR, se regăsește porțiunea stabilă butadienă sub trei forme distincte (trans, cis și 1-2 vinil) și grupurile acrilonitril (ACN), care reprezintă un potențial ridicat de polaritate și de creare a legăturilor cu hidrogenul. Grupările acrilonitril sunt inserate în lanțurile macromoleculare cu o regularitate statistică. Conținutul grupărilor acrilonitril reprezintă unul din criteriile principale care definesc tipul elastomerului. Se poate spune că procentul mare al grupărilor acrilonitril determină o serie de proprietăți precum: rezistența la abraziune, rezistența chimică, impermeabilitatea la gaz, limita de elasticitate, în timp ce conținutul scăzut al grupărilor ACN permit o rezistență mai bună la compresiune și o reziliență mai mare a elastomerului.

Toate acestea au limite care, datorită condițiilor de exploatare din ce în ce mai severe, fac ca produsele respective să nu mai fie în măsură să dea satisfacție, și orice tentativă de modificare a compoziției amestecului de cauciuc, în scopul de a depăși aceste limite, au condus la obținerea unor rezultate discutabile.

Pentru rezolvarea problemelor legate de mărirea domeniului de temperatură s-a recurs la modificarea elastomerilor de tip NBR astfel încât au apărut elastomeri butadieni acrilonitrilici hidrogenați HNBR. Acești elastomeri sunt obținuți prin hidrogenarea totală sau parțială a NBR, cu saturarea dublelor legături din lanțul principal al NBR. Existența lanțului principal saturat permite să se obțină o rezistență sporită la oxidare și produse chimice. Proprietățile mecanice ale elastomerilor HNBR, de obicei, sunt similare cu cele ale elastomerilor NBR.

Spectrul aplicațiilor HNBR îl face să umple lacuna existentă între proprietățile elastomerilor tip NBR și FPM (elastomeri fluorurați) și în același timp să fie superior acestora în ceea ce privește unele caracteristici ca rezistența la abraziune și comportarea la contactul cu fluidele care conțin aditivi agresivi.

Criteriul de alegere a elastomerului statorului include următoarele aspecte: conținutul de apă în fluidul extras, temperatura, conținutul de țiței al fluidului extras, conținutul de hidrocarburi aromate al țițeiului produs, conținuturile de hidrogen sulfurat și de dioxid de carbon ale fluidului extras, conținutul în particule solide al fluidului pompat, rezistența la decompresie explozivă, conținutul de gaze al fluidului extras.

Descrierea geometriei și a cinematicii pompelor cu cavități progresive

Particularitățile specifice ale pompelor elicoidale constau în principiul de funcționare și în construcția organelor de lucru.

După principiul de funcționare, aceste pompe fac parte din categoria pompelor volumetrice, conform teoriei generale ale mașinilor hidraulice de rotație. Elementele principale ale pompelor elicoidale sunt următoarele: statorul și rotorul.

Din punct de vedere a cinematicii organelor de lucru, se transformă în mecanisme dințate cu angrenare interioară: există un singur element rotativ - rotorul, care execută mișcarea planetară. Rotorul nu este concetric cu statorul. De aceea, mișcarea rotorului în interiorul statorului este o combinație de două mișcări:

- o rotație în jurul propriei axe, într-un singur sens, și
- o rotație în sens opus axei sale, în jurul axei statorului.

In fiecare secțiune transversală cinematica organelor de lucru este descrisă de două circumferințe inițiale: una din ele (legată de rotor) se rotește in interiorul celeilalte (fixă, legată de stator) fără alunecare, cu viteză unghiulară constantă.

Pentru contactul neîntrerupt al cuplei rotor- stator, și, deci, pentru distribuirea automată a volumului de lucru este necesară asigurarea condițiilor rulajului circumferințelor inițiale, precum și a profilurilor corespunzătoare ale suprafețelor elicoidale.

Figura 11 prezintă o secțiune transversală a unei pompe elicoidale cu un rotor cu un singur început și parametri geometrici caracteristici. Puncte O , O_1 și O_2 ale secțiunii transversale reprezintă centrul statorului, excentricitatea rotorului și respectiv, centrul rotorului. Cercul cu linie punctată reprezintă deplasarea centrului rotorului (punctul O_2) cu valoarea excentricității E .

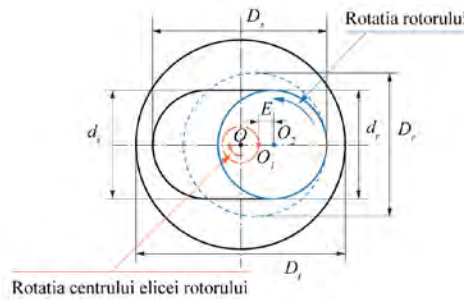


Fig. 11: Dimensiuni caracteristice ale secțiunii transversale a pompei elicoidale cu un singur început

- Diametrul minim al rotorului (diametrul secțiunii rotorului), d_r
- Diametrul maxim al rotorului (diametrul elicei rotorului), $D_r = d_r + 2E$
- Diametrul minim stator, d_s
- Diametrul maxim stator, $D_s = d_s + 4E$
- Diametrul exterior al statorului, D_t

Evident, dacă între rotor și stator nu sunt prezente interferență sau joc, atunci: $d_s = d_r$

Pentru a înțelege mișcarea pompei au fost identificați și parametri care influențează cinematica pompei, așa cum se arată în figura 12. Acest parametru consideră un segment de dreaptă AB, trasat imaginar, care leagă centrele celor două elice ale statorului (A și B). Se observă că secțiunea centrală a rotorului (O_2) se deplasează numai pe direcția indicată de acest segment, periodic, în timp ce centrul elicei rotorului (O_1) se mișcă realizând traiectoria unui cerc cu raza egală cu lungimea excentricității sale. Rotația elicei rotorului are loc în direcția opusă mișcării secțiunii centrale a rotorului, astfel cum este indicat de săgețile elicei de rotație a rotorului și centrului de rotație al secțiunii sale, cum se arată în figura 12.

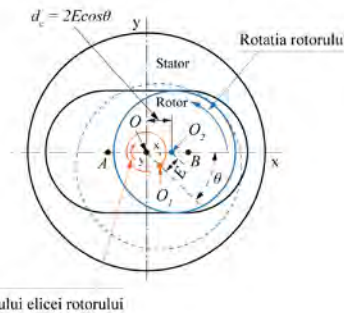


Fig.12: Parametri de rotație ai pompei

Pentru crearea in cuplul rotor- stator a volumului de lucru este necesară și suficientă satisfacerea a două condiții:

-numarul de lobi ai statorului (capacitatea de angrenare), n_s trebuie sa fie cu o unitate mai mare decât numarul de lobi (capacitatea de angrenare) ai rotorului, n_r .

$$n_s = n_r + 1 \tag{4}$$

-raportul dintre pașii statorului P_s și ai rotorului P_r trebuie sa fie proportional cu raportul numarului de lobi.

$$P_s / P_r = n_s / n_r \tag{5}$$

Influenta parametrilor constructivi asupra eficienței volumetrice

Prin definiție, eficiența volumetrică a pompelor este raportul dintre debitul lor când liftează fluid la o anumită presiune diferențială și debitul lor la o presiune diferențială zero, pentru o viteză a rotorului pompei dată.

După cum se arată în figura 13, eficiența volumetrică a pompei tinde să scadă pe măsură ce crește presiunea diferențială în cavitățile pompei. Această scădere se datorează pierderilor de debit prin linie de etanșare rotor/stator la curgerea din zona de presiune mare către zone de presiune scăzută. În plus, funcție de presiunea diferențială, eficiența volumetrică va depinde, în egală măsură de: capacitatea de elevație a pompei (presiunea maximă pe numărul de trepte); vâscozitatea fluidului; interferența dintre rotor și stator.

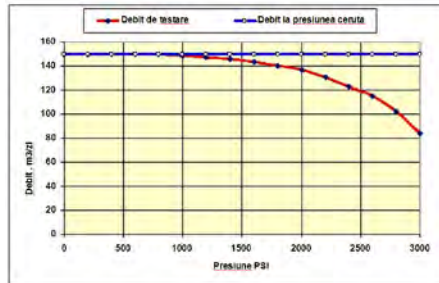


Fig.13– Eficiența volumetrică a pompei funcție de efectul scurgerilor de debit

Un alt experiment (figura 14) s-a făcut pentru a determina influența numărului de trepte (cavități) asupra eficienței volumetrică, și s-au trasat curbe de comportament pentru patru pompe, destinate să pompeze aceeași cantitate de fluid, cu aceeași cilindree și cu aceeași rotație. Se poate aprecia că pentru mai multe trepte, pierderile volumetrică s-au redus și eficiența pompelor a crescut proporțional.

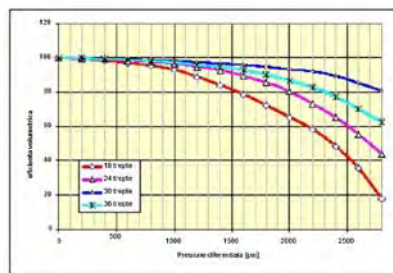


Fig. 14 - Eficiența volumetrică funcție de numărul de trepte

Vâscozitatea ajută, de asemenea la reducerea pierderilor de debit și crește eficiența volumetrică, cu cât valoarea sa este mai mare (figura 15). Inițial are o valoare mai mică a eficienței, deoarece în cazul pompării unor fluide vâscoase apare și procesul de adeziune a componentelor fluidului vâscos la suprafețele rotorului și statorului. Cu toate acestea, influența asupra eficienței, rămâne constantă la presiuni mai mari ale fluidelor vâscoase.

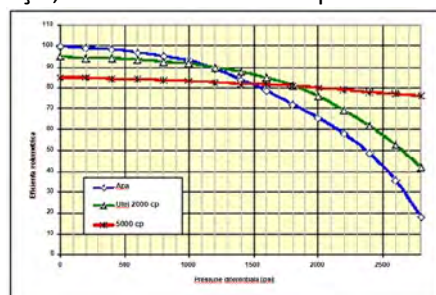


Fig. 15 - Eficiența volumetrică funcție de vâscozitate

S-a observat faptul că randamentul pompei crește odată cu presiunea diferențială la o pompă, iar eficiența volumetrică scade, ca funcție de același parametru, la o viteză de rotație a rotorului pompei fixată. În schimb, eficiența volumetrică a pompei crește când viteza de rotație a rotorului pompei crește, randamentul rămânând același.

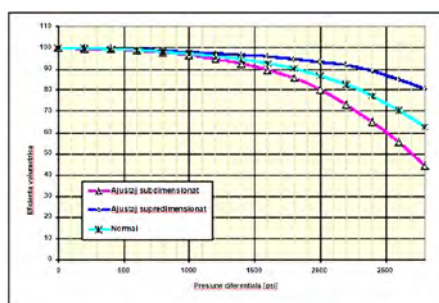


Fig. 16 - Eficiența volumetrică funcție de valoarea ajustajului

La o anumită presiune diferențială, pierderea de debit și eficiența volumetrică sunt de dependente de interferență dintre rotor și stator (figura16). Cu cât această alegere a ajustajului va fi bună, cu atât va fi mai greu a pierde fluid prin linii de contact ale rotorului și statorului.

Presiunea dezvoltată în interiorul pompei depinde de doi factori:

- numărul de linii de contact (etape);
- de strângerea sau de interferență între rotor și stator.

Parametrul care influențează în principal numărul de interferențe, sau strângerea între rotor și stator este diametrul nominal al rotorului. Temperatura de operare a pompei poate cauza expansiunea termică a elastomerului. Expansiunea elastomerului va conduce la reducerea diametrului interior al statorului. De aceea, rotorul va trebui dimensionat în concordanță cu această reducere pentru a asigura strângerea cea mai potrivită. Temperatura maximă de operare a pompei va fi sub valoarea maximă a temperaturii de lucru a elastomerului publicată de producător.

Expansiunea elastomerului poate fi dată de:

- dilatare termică ;
- expansiunea chimică.

Liniile de interferență, stabilesc numărul de trepte ale pompei. Fiecare treaptă este proiectată să reziste la o presiune diferențială, astfel, cu cât sunt mai multe trepte, este necesară o capacitate cu atât mai mare este de a depăși o presiune diferențială.

Rezultatele obținute în aceasta etapa sunt următoarele:

- prezentarea în detaliu a cuplei rotor –stator
- studierea comportării unui astfel de cuple de frecare.
- prezentarea formelor de deteriorare ale elastomerilor statoarelor;
- definirea proprietăților mecanice ale acestor materiale și abordarea mecanismelor de frecare, precum și relația cu viscoelasticitatea și influența diverșilor parametri.
- alegerea elastomerilor pentru statoarele pompelor cu cavități progresive
- descrierea geometriei și a cinematicii pompelor cu cavități progresive
- influența parametrilor constructivi asupra eficienței volumetrică

„Elaborarea unui sistem de proceduri de încărcare cu aliaje dure a subansamblului rotor prin procedeul HVOF și a selecției elastomerilor în scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive”

Primul capitol al lucrării are ca scop detalierea metodelor de reducere a uzurii în cupla rotor – stator a pompelor cu cavități progresive.

Pentru a îmbunătăți performanța pompelor, rotorul este fabricat din oțel aliat de înaltă rezistență durificat cu acoperiri rezistente la abraziune, placări, de obicei, crom, dar, de asemenea, într-o măsură mai mică nitrurare, borurare și pulverizare termică pe bază de WC și pulberi ceramice.

Selectarea elastomerilor pentru stator

Statorul este realizat dintr-un elastomer turnat în interiorul corpului unui tub metalic. Numeroase studii au avut ca scop găsirea materialului elastomeric care să satisfacă simultan condițiile de etanșitate și tribologice specifice diferitelor condiții de zăcământ din sondele de petrol și gaze.

În prezent pe piața mondială se produce o gamă largă de elastomeri, dar pentru astfel de aplicații, majoritatea producătorilor folosesc elastomeri butadieni acrilonitrilici (NBR), și variante ale acestora. Structura lor este complexă, deși au la bază aceeași copolimeri: butadiena și acrilonitrilul obținuți prin polimerizare

În cazul NBR, se regăsește porțiunea stabilă butadienă sub trei forme distincte (trans, cis și 1-2 vinil) și grupurile acrilonitril (ACN), care reprezintă un potențial ridicat de polaritate și de creare a legăturilor cu hidrogenul. Grupările acrilonitril sunt inserate în lanțurile macromoleculare cu o regularitate statistică. Continutul grupărilor acrilonitril

reprezintă unul din criteriile principale care definesc tipul elastomerului. Se poate spune că procentul mare al grupărilor acrilonitril determină o serie de proprietăți precum: rezistența la abraziune, rezistența chimică, impermeabilitatea la gaz, limita de elasticitate, în timp ce conținutul scăzut al grupărilor ACN permit o rezistență mai bună la compresiune și o reziliență mai mare a elastomerului.

Condițiile de exploatare din ce în ce mai severe, fac ca produsele respective să nu mai fie în măsură să dea satisfacție, și orice tentativă de modificare a compoziției amestecului de cauciuc, în scopul de a depăși aceste limite, au condus la obținerea unor rezultate discutabile.

Pentru rezolvarea problemelor legate de mărirea domeniului de temperatură s-a recurs la modificarea elastomerilor de tip NBR astfel încât au apărut elastomeri butadieni acrilonitrilici hidrogenați HNBR. Acești elastomeri sunt obținuți prin hidrogenarea totală sau parțială a NBR, cu saturarea dublelor legături din lanțul principal al NBR. Existența lanțului principal saturat permite să se obțină o rezistență sporită la oxidare și produse chimice. Proprietățile mecanice ale elastomerilor HNBR, de obicei, sunt similare cu cele ale elastomerilor NBR.

Spectrul aplicațiilor HNBR îl face să umple lacuna existentă între proprietățile elastomerilor tip NBR și FPM (elastomeri fluorurați) și în același timp să fie superior acestora în ceea ce privește unele caracteristici ca rezistența la abraziune și comportarea la contactul cu fluidele care conțin aditivi agresivi.

Elastomerii fluorurați FPM prezintă legături puternice fluor carbon, care conferă polimerului caracteristici superioare la temperaturi ridicate și produse chimice. Datorită conținutului redus de materiale de umplură, caracteristicile mecanice ale acestor elastomeri sunt destul de slabe. Utilizarea lor în fabricarea statoarelor pompelor elicoidale este recomandată pentru aplicațiile la care pompele nu sunt supuse unor solicitări mecanice mari și dimensionarea pompei este corectă. Legăturile puternice fluor carbon conferă stabilitate etanșării rotor - stator și permite pomparea țigărilor ușoare cu temperaturi până la 200°C și conținut de CO₂, țigări ușoare cu conținut de H₂S și a țigări medii și conținut mare de aromatice și CO₂.

La fabricarea statoarelor sunt foarte importante: tehnologia de injecție a elastomerului, stabilitatea proprietăților elastomerului la temperaturi ridicate și asigurarea durabilității fixării în corpul metalic. Costurile de fabricație sunt destul de ridicate, și constituie și acestea un criteriu de selecție a elastomerilor. De exemplu, elastomerul HNBR, datorită vâscozității ridicate, este dificil de injectat. Producătorii au găsit soluții de a scădea vâscozitatea și de a reduce costurile acestei tehnologii, care este de patru ori mai scumpă decât tehnologia de injecție a elastomerului NBR. Pentru elastomerul fluorcarbon, cheltuielile sunt și mai mari, de 20 de ori cheltuielile pentru obținerea unui elastomer mediu NBR, datorită procesului de fabricație care include o serie de etape pentru consolidare elastomerului în vederea obținerii unor proprietăți mecanice acceptabile.

O influență majoră asupra duratei de funcționare în parametrii de proiectare ai pompelor elicoidale o are uzura statorului. Gradul și viteza de uzare a statorului pompelor elicoidale depinde de presiunea de contact ce se realizează între stator și rotor ca urmare a diferenței dimensionale (strângerii) dintre acestea. În concluzie din analiza rezultatelor au reieșit următoarele:

- Presiunea de contact crește odată cu creșterea strângerii. Acest fapt asigură un randament volumic bun pentru pompa elicoidală însă conduce la creșterea energiei necesare acționării pompei ca urmare a creșterii frecărilor;
- Presiunea de contact crește rapid cu creșterea valorii modulului de elasticitate longitudinală al materialului statorului pompei E_s și scade odată cu creșterea coeficientului Poisson al materialului statorului. Pentru realizarea unui randament volumic ridicat trebuie deci să se realizeze un optim între E_s și μ_s ;
- Presiunea de contact crește odată cu creșterea coeficientului de frecare dintre stator și rotor. Este deci necesar să se determine ce influență are asupra vitezei de uzare coeficientul de frecare dintre materialul statorului și cel al rotorului.

Din cele prezentate reiese cu necesitatea determinării exacte a presiunii de contact între rotorul și statorul pompelor elicoidale pe de o parte pentru a determina natura ajustajului care să conducă la un randament volumic ridicat și la un consum energetic scăzut, iar pe de altă parte pentru evaluarea vitezei de uzare a statorului, respectiv rotorului.

Mai mult decât atât, în scopul de a proiecta pompe care pot opera în condiții extreme, este important să se înțeleagă efectul fiecărui parametru de proiectare geometrică asupra performanței pompei, importanța alegerii materialelor pentru rotor și stator, a modului de durificare a suprafeței rotorului, a calitatea suprafeței, după prelucrarea acestuia.

Partea a doua a lucrării conține o detaliere a procesului de pulverizare termică, în vederea durificării rotorului prin procedeul de pulverizare cu flacără cu mare viteză (HVOF) cu carbură de wolfram, cunoscând cerințele de calitate impuse suprafețelor subansamblului rotor. Obiectivele specifice sunt :

- Cercetarea procesului de încărcare cu carburi de wolfram prin procedeul de pulverizare cu flacără cu viteză mare, cu analiza factorilor care determină realizarea unei bune acoperiri;
- Cercetarea parametrilor tehnologici ai procesului de încărcare, care să asigure condițiile tehnice impuse elementului rotor al cuplei pompelor elicoidale din industria petrolieră, ținând seama de condițiile specifice privind construcția, materialul și posibilitatea aplicării industriale a procedeului.

În acest sens se prezintă echipamentul de încărcare prin pulverizare termică cu flacără cu viteză mare, se propun proceduri și specificații care cuprind pe lângă instrucțiunile de utilizare și cerințe de material, calitate, metode de verificare.

În acord cu scopul acestei lucrări și anume acela de a mări durabilitatea cuplei de frecare rotor – stator al pompelor cu cavități progresive, în această etapă s-au analizat două soluții de reducere a uzurii în cupla rotor – stator a pompelor cu cavități progresive, considerate importante și anume:

- Acoperirea suprafeței rotorului prin pulverizare termică, și în această etapă se prezintă și se propune un sistem de cinci proceduri de realizare a aplicației.
- Selecția elastomerului adecvat cerințelor de exploatare, care în contact cu suprafața antagonistă a cuplei, respectiv suprafața rotorului, să permită o reducere a uzurii pompei.

Partea a doua a lucrării și-a propus o detaliere a procesului de pulverizare termică, în vederea durificării rotorului prin procedeul de pulverizare cu flacără cu mare viteză (HVOF) cu carbură de wolfram, cunoscând cerințele de calitate impuse suprafețelor subansamblului rotor. Rezultate obținute au constatat în cercetarea procesului de încărcare cu carburi de wolfram prin procedeul de pulverizare cu flacără cu viteză mare, cu analiza factorilor care determină realizarea unei bune acoperiri; cercetarea parametrilor tehnologici ai procesului de încărcare, care să asigure condițiile tehnice impuse elementului rotor al cuplei. S-a propus un sistem de proceduri de realizare a aplicației, care cuprinde: o procedură a tehnologiei de încărcare:

I. Procedură - Tehnologia Încărcării prin Pulverizare cu HVOF, două proceduri de materiale, respectiv:

II. Procedură – Pudra Carbură de Wolfram - Cobalt - Aglomerată și Sinterizată;

III. Procedură – Pudra: Carbură de Wolfram -Cobalt – Crom - Aglomerată și Sinterizată.

PN1611 0114- CREȘTEREA EFICIENȚEI FORAJULUI SONDELOR DE HIDROCARBURI PRIN IMPLEMENTAREA SISTEMULUI DE FORAJ CU DERIVAȚIA ÎNCHISĂ

„Studiu privind posibilități de eficientizare ecologică a exploatarei sondelor de gaze din zăcăminte epuizate”

Această fază constă în elaborarea unor soluții pentru creșterea producției sondelor de extracție gaze și eficientizarea ecologică a exploatarei sondelor de gaze din zăcăminte cu presiune scăzută, obținută prin utilizarea celui mai adecvat sistem de reactivare a sondelor de gaze din zăcăminte epuizate și în condițiile inundării sondelor de extracție.

Din studiul documentar realizat, susținut de 12 referințe bibliografice, a rezultat că, după 1995, se remarcă pe plan național, o tendință de scădere a producției de gaze naturale, datorită declinului natural de producție, care se manifestă prin scăderea presiunii de zăcământ și creșterea cantităților de apă în sondele de extracție gaze.

Pentru compensarea pierderilor permanente de producție datorate creșterii ratei de declin natural a producției și pentru activarea sondelor privind valorificarea superioară a rezervelor de gaze, sunt necesare operații de reparații capitale, rolul cel mai important fiind dat lucrărilor de blocare a apei de zăcământ.

Viața economică a multor sonde este scurtată datorită costurilor excesive de producție, asociate cu producția de apă. Aceste cheltuieli cuprind liftarea, manipularea, separarea și eliminarea apei nedorite, care folosește la maxim unitatea naturală și duce la posibilul abandon al sondei de producție. Reducerea cantității de apă produsă, ajută la scăderea, nu numai a tratamentelor chimice, ci și a costurilor de separare a apei asociate în procesul de producție; acest fapt reduce, de asemenea, și costurile privind cerințele de liftare artificială.

Lucrarea de față urmărește următoarele aspecte:

1.- modificarea permeabilității la nivelul stratului productiv pentru blocarea chimică a apei de zăcământ, aplicând tratamente cu agenți chimici (tratamente cu gel); de asemenea, au fost studiate avantajele tratamentelor cu gel, criteriile de selecție, proiectarea dimensionării tratamentului și tehnici moderne de plasare a gelului;

2.- modificarea greutateii specifice a coloanei de fluid de deasupra perforaturilor prin tratamente pentru spumarea apei de zăcământ prin utilizarea unor sticks-uri cu eliberare lentă, prin liftarea apei de zăcământ cu ajutorul pompelor cu piston sau prin injecție suplimentară de gaze în sondele de extracție.

3. - ecologizarea procesului de reducere a cantităților de apă care pătrunde în sondele de extracție a gazelor naturale

1. Din studiile întreprinse, a rezultat că tratamentele cu gel pentru creșterea permeabilității stratului productiv și introducerea batoanelor spumogene pentru a permite gazelor să ajungă în capul de erupție, reprezintă singurele soluții pentru eficientizarea producției sondelor de gaze, situate pe zăcăminte depletate și în condițiile inundării sondelor de extracție a gazelor naturale.

Studiile efectuate ne-au demonstrat că, compozițiile pentru separarea apei bazată pe agenți chimici „AKOR-BN102”, „GPAN” și „OVP-1” îndeplinesc cerințele mult mai bine decât alte compoziții testate pe alte câmpuri gazeifere din lume (ex. zăcămintele din Belarus).

Cele mai noi compoziții pentru separare oferă separarea calitativă prin înalta permeabilitate a modelelor de rezervoare saturate cu apă .

Proprietățile separării apei au fost demonstrate prin compozițiile bazate pe „AKOR-BN102” – factorul de permeabilitate scade la 99,7%, gradientul de presiune a ajuns la 2.1÷2.3 MPa/m, în timp ce testarea la modelele de compoziții bazate pe „OVP-1” și „GPAN”, permeabilitatea a scăzut cu până la 93,1 și respectiv 97%. Proprietățile privind izolarea apei prin compoziții bazate pe „AKOR-BN102” se explică prin mecanismul de formare și structura materialelor de blocare. Astfel, soluțiile „AKOR-BN102” se referă la compozițiile de formare a gelului, făcând materialul de blocare omogen în tot volumul de compoziții pentru separarea apei [1].

Fiecare dintre tipurile menționate mai sus privind compozițiile pentru separarea apei, are avantajele și dezavantajele sale.

Astfel, compozițiile mai scumpe, bazate pe „AKOR-BN102” ar trebui să fie utilizate atunci când se efectuează lucrări de separare a apei cu debit relativ mic de compoziții pentru separarea apei.

La rândul său, „OVP-1” și „GPAN” ar trebui folosit atunci când se izolează grosimea stratului de apă sau zonele de circulare a apei.

Realizarea de teste pilot pentru noile compoziții pentru separarea apei au dovedit eficiența ridicată a tehnologiilor sugerate [1].

Principala caracteristică a tehnologiei privind separarea selectivă este aplicarea compozițiilor de separare a apei în acțiuni neselective. În plus, blocarea selectivă a intervalelor saturate în apă este asigurată prin diferențele de filtrare a rezervoarelor de apă și hidrocarburi saturate.

Cu toate acestea, în timpul pompării fluidului în rezervor, datorită diferențelor valorilor reduse a gradientului de presiune, injectivitatea fiecărui interval va fi proporțională cu permeabilitatea. Acest lucru înseamnă că fluidul injectat va fi absorbit de cea mai înaltă permeabilitate deja epuizată și intervalele cu conținut de apă în gaz, în primul rând, și într-o mai mică măsură prin intervalele mai puțin permeabile, care conțin hidrocarburi.

Caracteristicile tehnologiei privind separarea selectivă sunt: simplitatea, intensitatea de lucru redusă, absența operațiilor tehnologice care solicită implicarea specialiștilor de nivel înalt, durată mică de funcționare și costuri reduse.

Noua tehnologie nu numai că mărește eficiența lucrărilor de separare a apei, dar, de asemenea, scade de 2-3 ori debitul compozițiilor pentru separarea apei [1].

Se remarcă faptul că este imposibil de atins limita maximă a parametrilor tehnico-economici privind lucrările de separare a apei fără implementarea noilor cerințe tehnologice și abordări exemplificate.

Selecția adecvată a gelului este importantă pentru tratamentul de separare a apei; acest lucru va afecta direct rezultatul tratamentului. Gelul cu forțe mai mari poate fi aplicat în rezervoare cu fracturi mari; gelul mai slab va fi folosit în rezervoare cu fracturi mai puțin extinse sau motrice, dar cu productivitate mai scăzută [2].

Pentru a îmbunătății rata de succes pentru aplicațiile cu gel, problemele privind producția de apă trebuie identificate clar în viitor. Îmbunătățirile sunt necesare în dimensionarea gelului și selectarea tipului de gel [1].

Calibrarea tratamentului cu gel pentru problemele privind industria de petrol și gaze nu sunt încă rezolvate. O mulțime de cazuri privind problemele din teren demonstrează fapte, unde dimensionarea greșită a tratamentului cu gel este principala cauză a problemelor privind blocarea apei.

Strategii folosite la proiectarea dimensionării tratamentului cu gel [3] în domeniul petrolier:

- Volumul injecției de gel bazat pe volumul minim;
- Volumul de injecție cu gel bazat pe distanță;

- Volumul de injecție cu gel bazat pe răspunsul sondei;
- Volumul de injecție cu gel bazat pe experiențe într-un anumit câmp petrolier

Tehnica corectă de plasare a gelului va consta dintr-un tampon pentru apa excesivă, în zonele de gaz și cu invazie minimă a gelului în intervalele de producere a petrolului.

Au fost prezentate avantajele și dezavantajele celor 4 metode de plasare a gelurilor [3]. În concluzie, timpul scurt de reparație a sondei și costurile reduse de tratament sunt motive pentru care tratamentele cu gel au fost aplicate pe scară largă.

Metodele de modificare a greutateii specifice a coloanei de fluid de deasupra perforaturilor sondelor de exploatare gaze au la bază diverse metode de scădere a presiunii hidrostatice, creată de coloana de apă din sonda de producție gaze, în vederea îmbunătățirii condițiilor de curgere a gazului. Micșorarea presiunii hidrostatice, la sondele de gaze, se face prin : spumarea apei de zăcământ utilizând sticks-uri cu eliberare lentă, metoda aer lift, cu ajutorul pompelor cu piston, și injecția suplimentară de gaze.

Metodele mecanice de îndepărtare a apei din sondele epuizate, sunt : gaz lift, pompe elicoidale, tubing flexibil etc. Aceste metode nu respectă reglementările stricte de mediu care împiedică purjarea în atmosferă a gazelor și necesită utilizarea unui echipament adecvat. Aceste considerente determină ca implementarea metodelor mecanice să devină problematică.

Reducerea presiunii hidrostatice creată de coloana de apă, în sondele de gaze, obținută prin spumarea apei de zăcământ la talpa sondei, cu ajutorul unor batoane cilindrice cu substanțe spumogene (sticks-uri), care au diferite compoziții și structuri chimice, și au ca scop micșorarea densității apei de zăcământ prin transformarea ei în spumă, ușurând astfel eliminarea acesteia din sondă. Se recomandă utilizarea unor produse biodegradabile care au la bază un amestec de agenți tensioactivi de suprafață.

Metoda de spumare este o soluție economică și eficientă, pentru îndepărtarea presiunii hidrostatice, creată de coloana de apă, în sondele de gaz.

Deficiențele soluției utilizate în prezent pentru introducerea sticks-urilor în sondele de gaze naturale sunt [4]:

- manevrare greoaie, prin manevrarea robinetelor de pe brațul principal al capului de erupție, fiecare robinet necesitând pentru manevrare cheie de ventile cu prelungitor și un număr de aproximativ 30 de rotații.
- apariția uzurii premature a robinetelor datorită manevrărilor dese, se poate ajunge la sonde depletate la executarea de manevre de 2 sau 3 ori pe săptămână.
- apariția neetanșeităților la presetupe și la sertarul robinetelor care conduce la scăpări de gaze și la scăderea gradului de siguranță al capului de erupție;
- necesitatea înlocuirii frecvente a robinetelor de pe capului de erupție, înlocuire care se realizează prin omorârea sondei și conduce la pierderi de producție de gaze.

Datorită acestor deficiențe, se propune utilizarea dispozitivului de introducere a unei substanțe spumogene solide în sondele de gaze naturale [4], conform cererii de brevet de invenție nr. a 2011 01081/27.10.2011.

Dispozitivul de introducere a sticksurilor în sondele de gaze naturale, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- are o construcție foarte simplă din elemente uzuale standardizate și ca urmare este ieftin;
- protejează robinetele 3 și 4 de pe capul de erupție, care nu mai trebuie manevrate la introducerea sticks-urilor;
- reduce timpul de manevrare și ușurează operația de introducere a sticksurilor, mărește gradul de siguranță al capului de erupție prin eliminarea scăpărilor de gaze datorate deselor manevrări ale robinetelor capului de erupție;
- reduce costurile cu înlocuirea robinetelor de pe capul de erupție inclusiv pierderile de producție de gaze, deoarece robinetele de pe capul de erupție se vor manevra numai la apariția uzurii elementelor dispozitivului, când acesta se va înlocui cu unul nou .

În contextul ecologizării procesului de reducere a cantităților de apă care pătrunde în sondele de extracție a gazelor naturale, a fost analizată biodegradabilitatea și toxicitatea agenților activi de suprafață (surfactanților), utilizați în acest proces; de asemenea, au fost studiate și compoziția substanțelor spumogene utilizate în industria extractivă de gaze și impactul lor asupra mediului.

Studiul posibilităților de ecologizare a procesului de extracție a sondelor de gaze din zăcăminte depletate și sonde inundate se referă la agenții activi de suprafață, acizi și alți aditivi utilizați în industria extractivă de hidrocarburi.

Biodegradabilitatea agenților activi de suprafață [5,6,7,8] constituie o problemă deosebită ce este legată direct de creșterea consumului de agenți activi de suprafață, care atrage după sine și creșterea concentrației lor

în apele reziduale. Una din posibilitățile de evitare a acumulării agenților activi de suprafață în apele reziduale este folosirea unor produse ușor biodegradabile sub acțiunea microorganismelor.

În fabricarea și utilizarea agenților activi de suprafață se au în vedere toate efectele posibile asupra omului și mediului ambiant. Apa continuă să devină o sursă rară și eliminarea agenților activi de suprafață din apele uzate are o importanță din ce în ce mai mare.

Prin biodegradabilitatea surfactanților se înțelege descompunerea lor biochimică în prezența unor microorganisme.

În considerațiile actuale, de evaluare ecologică a agenților activi de suprafață, biodegradabilitatea și toxicitatea ecologică sunt deosebit de importante. Biodegradabilitatea este chiar mai importantă decât eficiența de utilizare sau costul său de fabricație. Ea se bazează pe capacitatea microorganismelor de a distruge prin oxidare în condiții naturale a agenților activi de suprafață, care trebuie să fie suficient de mare pentru a se elimina proprietățile nedorite, cum ar fi spumarea și toxicitatea pentru fauna subacvatică.

Biodegradabilitatea se măsoară prin cantitatea de O₂ dizolvat, consumată în digestia aerobă a unui produs organic de o cultură de microorganisme. Din punct de vedere al evaluării practice a biodegradării succesive, surfactanții se împart în trei categorii:

- Total biodegradabili (degradare 100%), cu transformarea lor în materiale minerale (CO₂, H₂O, Na₂SO₄) inofensive pentru mediul ambiant;
- Biodegradabili (degradare > 80%);
- Nebiodegradabili (degradare < 80%).

A fost studiată influența structurii surfonaților asupra biodegradabilității și a vitezei de biodegradare pentru agenții activi de suprafață ionici și neionici, acizilor grași naturali și nenaturali și a sărurilor lor, stabilindu-se o relație între structură și biodegradabilitate.

Au fost alese caracteristicile cele mai importante pentru selecționarea agenților de suprafață cu proprietăți de spumare foarte bune, astfel:

- solubilitate în soluții saline, stabilitate termică bună, adsorbție redusă față de rocile din zăcământ, solubilitate redusă față de gaze sau țigăi, proprietăți spumante foarte bune, dar spuma care aduce apa la suprafață să nu fie foarte stabilă;

- biodegradabilitate ridicată, cu toleranță bună la interacțiunea cu hidrocarburile în medii poroase.

În continuare, sunt analizate diverse amestecuri spumogene lichide sau solide, utilizate în sondele de gaze, pentru spumarea, îndepărtarea apei și stimularea producției sondelor de gaze, cu diverse compoziții și structuri chimice; de asemenea, sunt prezentate dezavantajele din punct de vedere al biodegradabilității.

De asemenea, se menționează că a fost depusă de specialiști de la INCDIE ICPE-CA (Lingvay Iosif, Căpățână-Mitroiu Nicolae, Moscaliuc Hermina Gabriela, Oprina Gabriela, Radu Lăcrămioara-Elena, Voina Andreea) la OSIM cererea de brevet de invenție nr. 00018/08012016, cu titlul: „Agent ecologic solid, cu dublu efect, spumant și inhibitor de coroziune, pentru sondele de extracție, și procedeu de obținere”.

„Proceduri de lucru și mod de operare pentru implementarea tehnologiilor de foraj la subechilibru și foraj cu presiune controlată în sondă, în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă”

Procedurile stabilite pentru implementarea forajului în sistem închis diferă, față de forajul clasic, doar datorită completării configurației sistemului de circulație al fluidelor ieșite din sondă (tipul echipamentelor de suprafață suplimentare).

Conținutul tehnic al proiectului se referă la elaborarea programelor de lucru pentru forajul sondelor de hidrocarburi în vederea implementării sistemului de foraj cu derivația închisă.

Lucrarea de față studiază următoarele aspecte:

I. Necesitatea implementării sistemului de foraj cu derivația închisă

II. Stabilirea tipurilor de proceduri de lucru pentru implementarea sistemului de foraj cu derivația închisă:

- a) forajul în sistem închis;
- b) forajul la subechilibru: metoda de foraj cu sonda curgând, alegerea fluidelor de foraj, metoda de foraj cu aer;
- c) forajul cu presiune controlată în sondă: metoda de foraj cu sonda curgând, metoda de foraj cu presiune constantă la talpa sondei.

I. Necesitatea implementării sistemului de foraj cu derivația închisă rezultă din următoarele motive:

1. reprezintă singura posibilitate de a continua forajul sondei, până la atingerea adâncimii proiectate și a obiectivelor specifice, pentru care a fost construită sonda, în condițiile minimizării costurilor de foraj și deschiderii stratului productiv cu presiune scăzută, fără apariția fenomenului de blocare a sa;

2. se aplică pe toate tipurile de structuri geologice, care solicită aplicarea acestui sistem;

3. se depășesc limitele pe care le înregistrează sistemul clasic foraj, prin adoptarea tehnologiilor și metodelor de înaltă performanță, cuprinse în acest sistem. Limitele sistemului de foraj clasic, comparativ cu sistemul de foraj cu derivația închisă sunt:

- protecția stratului productiv, care afectează curgerea hidrocarburilor și se evită fenomenul de blocare al stratului productiv la deschiderea sa prin foraj;

- traversarea zonelor cu: pierderi de circulație, manifestări eruptive, diapire de sare, formațiuni geologice foarte presurizate, fisurate sau cu anomalii de presiune și temperatură.

4. constituie singura alternativă viabilă la sistemul clasic de foraj, fiind un sistem adaptiv, presurizat, și care permite un control mult mai precis al presiunilor din sondă, pe baza utilizării unor proceduri punctuale, cu ajutorul echipamentelor specifice de la suprafață și din sondă.

5. se bazează pe posibilitățile operatorilor de foraj de a controla presiunile la talpa sondei și în anumite zone ale spațiului inelar, pentru rezolvarea dificultăților de natură geologică, fapt care în forajul clasic (cu derivația deschisă și la supraechilibru), este aproape imposibil de realizat sau foarte costisitor, ducând uneori chiar la abandonarea sondei.

6. se realizează aceleași operații, precum în cazul sistemului de foraj cu derivația deschisă, și anume: circulație, foraj propriu-zis, manevra materialului tubular, tubajul și cimentarea sondei.

7. diferența față de sistemul clasic de foraj cu derivația deschisă, constă numai în **completarea configurației sistemului de circulație al fluidelor ieșite din sondă (echipamentele de suprafață suplimentare)**. Sistemul de suprafață folosit la primirea și circularea fluidelor ieșite din sondă este închis, presurizat, asigură creșterea siguranței personalului și rezolvarea problemelor de mediu, iminente în decursul operațiilor din forajul clasic.

8. traseul fluidelor ieșite din sondă diferă, față de sistemul clasic, numai pe sectorul cuprins de la ieșirea fluidelor din prevenitorul vertical - prevenitor rotativ - conducta de derivație de 6 in - minimanifoldul cu duze reglabile - bateria de separatoare / separatorul centrifugal tetrafazic. Prin intervenția operatorului asupra minimanifoldului, fluidele ieșite din sondă sunt dirijate spre bateria de separatoare / separatorul centrifugal tetrafazic, de unde fazele separate sunt eliminate spre: conducta de evacuare gaze, habe de țigeti, habe de detritus și habe de curățire.

9. asigură optimizarea lucrărilor de foraj, în condițiile minimizării costurilor de foraj și a reducerii pericolului de poluare accidentală a mediului.

În vederea implementării sistemului de foraj cu derivația închisă, în această lucrare s-au identificat următoarele aspecte:

- domeniul de utilizare al ale sistemului de foraj cu derivația închisă, funcție de presiunile din sondă;

- tipurile de sonde la care se pretează sistemul de foraj cu derivația închisă pe diferite tipuri de structuri geologice;

- elementele esențiale pentru aplicarea în bune condiții tehnologice a forajului în sistem închis, la subechilibru și a forajului cu presiune controlată în sondă;

- tipurile de rezervor care se pretează și care nu se pretează celor trei tehnologii ale sistemului de foraj cu derivația închisă;

- avantajele celor trei tehnologii ale sistemului de foraj cu derivația închisă ;

- echipamentele suplimentare necesare fiecărei tehnologii din componența sistemului de foraj cu derivația închisă.

Pentru implementarea în bune condiții tehnologice a sistemului de foraj cu derivația închisă este necesară existența următoarelor elemente esențiale:

1. echipe de foraj foarte bine instruite, atât teoretic cât și practic și cu o experiență în situații asemănătoare; de asemenea, aceste echipe sunt instruite să lucreze cu echipamente specifice tehnologiei utilizate în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă, care completează instalația clasică de foraj.

2. soft permanent pentru stabilirea căderilor de presiune în spațiul inelar, la orice modificare a debitului, densității fluidului de foraj și a ritmului de producere a detritusului;

3. echipamente suplimentare pentru completarea instalațiilor de foraj în vederea implementării sistemului de foraj cu derivația închisă.

Sistemul de foraj cu derivația închisă constă în aplicarea următoarelor tehnologii:

- a. forajul în regim închis;
- b. forajul la subechilibru;
- c. forajul cu presiune controlată în sondă.

a. Forajul în sistem închis completează limitele forajului clasic (la supraechilibru și cu derivația deschisă) și reprezintă chintesența tehnologiilor de foraj din cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă.

Prin implementarea forajului în sistem regim închis se obțin realizările următoare:

- 1) traversarea zonelor incompatibile din sondă în cazul aplicării forajului clasic;
- 2) traversarea zonelor cu pierderi de circulație, diapirelor de sare, formațiunilor geologice foarte presurizate, fisurate sau cu anomalii de presiune și temperatură ;
- 3) evitarea fenomenului de blocare al stratului productiv la deschiderea sa prin foraj, atât pentru zăcăminte noi cât și pentru cele vechi și depletate;
- 4) creșterea adâncimii finale a sondei.

Forajul în sistem închis se bazează pe posibilitățile operatorilor de foraj de a controla presiunile la talpa sondei și în anumite zone ale spațiului inelar, pentru rezolvarea dificultăților de natură geologică, fapt care în forajul cu derivația deschisă și la supraechilibru, este aproape imposibil de realizat și foarte costisitor, ducând uneori chiar la abandonarea sondei.

În cadrul forajului în sistem închis, **presiunea din sondă este reglată prin:**

- mărirea contrapresiunii la ieșire- prin acționarea duzei reglabile;
- densitatea și proprietățile reologice ale noroiului - se tratează fluidul de foraj;
- modificarea nivelului fluidului de foraj în sondă;
- mărirea debitului – se accelerează pompa de noroi;
- prezența a două fluide cu densități diferite în spațiul inelar - se pompează prin spate același tip de fluid de foraj, dar cu altă densitate;
- geometria spațiului inelar;
- o combinație a metodelor de mai sus.

Când se utilizează sistemul de foraj cu derivația închisă, sonda suportă o anumită presiune, iar controlul presiunii în sondă se face mai ușor de la suprafață [1].

Forajul în sistem închis implică aplicarea unor soluții tehnice privind:

- traversarea unor zone cu pierderi de circulație;
- eliminarea condițiilor de apariție a erupțiilor libere;
- traversarea unor zone necompatibile, a căror rezolvare este imposibilă prin forajul clasic la supraechilibru cu derivația deschisă, sau necesită costuri suplimentare exagerate;
- eliminarea formelor de poluare neconvențională cu fluidele din sondă.
- creșterea adâncimii finale a sondei, în condiții geologice defavorabile;
- obținerea și altor performanțe, care conduc la eficientizarea activității de foraj, cum sunt:
 - asigurarea stabilității peretelui sondei, până la consolidarea prin tubarea următoarei coloane de burlane;
 - reducerea riscului de prindere a garniturii de foraj din cauza diferenței de presiune sondă - strat;
 - reducerea substanțială a costului forajului sondelor de hidrocarburi prin reducerea drastică a timpilor neproductivi, cheltuielilor necesare pentru schimbarea tipului fluidului de foraj și tratamente costisitoare, eliminarea mai multor garnituri de coloane de tubaj etc;
 - realizarea unor viteze mecanice de foraj cât mai mari.

Aceste soluții contribuie la depășirea limitelor pe care le înregistrează sistemul clasic foraj (la supraechilibru și cu derivația deschisă).

Forajul în sistem închis este de fapt o chintesență a tehnologiilor de foraj la subechilibru și cu presiune controlată în sondă, pe care le-a perfecționat, din punctul de vedere al controlului fluidelor la suprafață .

b. Forajul la subechilibru (Under Balance Drilling - UBD) urmărește, în principal, protecția stratului productiv, care se realizează prin provocarea intenționată a curgerii sondei în timpul forajului, aducând presiunea hidrodinamică (presiunea hidrostatică însumată cu presiunea de circulație, eventual cu cea de la duză) din sondă la valori suficient de mici de-a lungul întregului interval deschis, astfel încât fluidele din pori să creeze un influx în sondă și să ajungă la suprafață, unde vor fi controlate și separate. Din punct de vedere tehnic, se urmărește controlul influxului de fluide în sondă și aducerea lor la suprafață, prin proiectarea și folosirea intenționată a unei presiuni în sondă (la talpă) mai mică decât presiunea fluidelor din pori.

Tehnica aplicată în forajul la subechilibru constă în folosirea unor fluide, de obicei cu densități mici, iar la suprafață se utilizează dispozitive rotative de control, manifold de presiune cu duze reglabile și separatoare polifazice. Hidrocarburile produse în timpul forajului, dacă sunt gaze sunt arse, reinjectate ori comercializate, iar dacă sunt lichide, stocate și comercializate.

În condițiile în care un interval de sondă se poate foraj la subechilibru, forajul se va realiza prin îmbinarea a două elemente și anume:

- alegerea unui fluid care să asigure o presiune suficient de mică în sondă;
- completarea sistemului de circulație cu elemente care să permită controlul presiunii în sondă, separarea, depozitarea, îndepărtarea unor fluide la suprafață.

Metodele de foraj la subechilibru se deosebesc între ele în funcție de tipul fluidului de foraj folosit: fluide lichide, sisteme gaz-lichid (ceață, spumă, fluide aerate), gaze (aer, azot, gaze naturale).

Forajul la subechilibru al unui interval se poate realiza prin îmbinarea a două elemente, și anume:

- alegerea unui fluid care să asigure o presiune suficient de mică în sondă;
- completarea sistemului de circulație cu elemente (echipamente) care să permită controlul presiunii în sondă, separarea, depozitarea și îndepărtarea unor fluide la suprafață.

Forajul cu presiune controlată în sondă (MPD) evită aflurile de fluide din porii rocii colectoare și aducerea lor la suprafață, motiv pentru care necesarul de echipamente de la suprafață este mult limitat față de forajul la subechilibru, în sensul dimensiunilor și tipului de echipamente.

Forajul cu presiune controlată este un proces de foraj adaptiv (autoreglabil) folosit la controlarea precisă a profilului presiunii de-a lungul sondei și utilizat la traversarea zonelor necompatibile din sondă, fără a se tuba coloane tehnice, folosind un sistem de circulație închis și presurizat, care folosește dispozitive specifice, la suprafață și în sondă.

Forajul cu presiune controlată permite un control mai bun al procesului de săpare, care se realizează mai ușor de la suprafață. Orice variație a presiunii în sondă, provocată fie de un aflur, fie de o pierdere, este detectată imediat la suprafață și prin interpretare, se stabilește cauza și, funcție de cauză, măsurile ce trebuie luate pentru a păstra programul propus – presiune constantă la talpă sau presiune constantă la șiu etc. Se evită astfel problemele de securitate a personalului, costurile provocate de pierderile de fluid sau cele provocate de timpii neproductivi pentru combaterea unor manifestări, a schimbării tipului fluidului, etc.

Forajul cu presiune controlată folosește un arsenal de dispozitive și proceduri de lucru pentru prevenirea și reducerea riscurilor și costurilor ce le implică realizarea forajului în intervale cu domenii înguste, între limitele de presiune stabilite, printr-o planificare riguroasă a profilului presiunii hidraulice.

Prin studiul documentar susținut de 17 referințe bibliografice, rezultă faptul că sistemul de foraj cu derivația închisă reprezintă singura posibilitate de a continua forajul sondei până la atingerea adâncimii și a obiectivelor specifice sondei respective, în condițiile minimizării costurilor de foraj, deschiderii stratului productiv cu presiune scăzută, fără apariția fenomenului de blocare a sa, și depășirea limitelor tehnologice ale sistemului clasic de foraj.

În concluzie, implementarea sistemului de foraj cu derivația închisă presupune rezolvarea următoarelor aspecte:

- echiparea instalației de foraj cu echipamente specifice sistemului de foraj cu derivația închisă, atât pentru instalația de prevenirea erupțiilor, cât și pentru instalația de preparare, curățire și circulație a fluidului de foraj;
- elaborarea procedurilor de lucru, atât pentru tehnologiile de foraj utilizate, cât și pentru echipamentele specifice utilizate în cadrul metodelor respective.

II. Stabilirea tipurilor de proceduri de lucru și a modurilor de operare pentru implementarea sistemului de foraj cu derivația închisă

Scopul sistemului de foraj cu derivația închisă este de reglare a presiunii în sondă, care se realizează numai prin acționarea cu ajutorul unor echipamente de suprafață; controlul presiunii în sondă se face mai ușor de la suprafață. În acest sens s-au stabilit tipurile de proceduri de lucru în vederea implementării sistemului de foraj cu derivația închisă pentru:

- a) forajul în sistem închis, care reprezintă chintesența tehnologiilor de foraj din cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă;
- b) forajul la subechilibru: metoda de foraj cu sonda curgând, alegerea fluidelor de foraj, metoda de foraj cu aer;
- c) forajul cu presiune controlată în sondă: metoda de foraj cu sonda curgând, metoda de foraj cu presiune constantă la talpa sondei.

Drept urmare, au fost elaborate următoarele:

1. Procedură de lucru specifică forajului în sistem închis - pentru reglarea presiunii în sondă în vederea traversării zonelor incompatibile forajului clasic;

2. Procedură de lucru specifică forajului cu sonda curgând (flowdrilling) - constă în realizarea unei anumite presiune în sondă, care să permită pătrunderea și curgerea fluidelor din porii rocii colectoare în fluidul de foraj și odată cu acesta la suprafață, unde sunt separate, eventual stocate - constă în realizarea unei anumite presiune în sondă, care să permită pătrunderea și curgerea fluidelor din porii rocii colectoare în fluidul de foraj și odată cu acesta la suprafață, unde sunt separate, eventual stocate;

3. Procedură pentru alegerea fluidului de foraj, specifică forajului la subechilibru prin metoda flowdrilling – constă în alegerea fluidului de foraj, funcție de densitatea lui, astfel încât să se asigure în sondă o presiune mai mică decât presiunea din pori, dar să rămână suficient de mare ca să mențină în echilibru peretele sondei. Limita inferioară a greutății specifice se stabilește de operator prin monitorizarea comportamentului sondei, ținând cont de concentrația și forma detritusului ;

4. Procedură specifică forajului la subechilibru prin metoda de foraj cu aer - are în vedere: uscarea sondei, evacuarea fluidelor din sondă și pornirea forajului;

5. Procedură de lucru la forajul cu tampon de fluid greu în spațiul inelar închis - constă în plasarea în spațiul inelar, până deasupra stratului cu probleme, a unui fluid vâscos, cu densitate mare, cu rolul de a contrabalansa cea mai mare parte din presiunea din stratele de sub zona de pierderi;

6. Procedură de lucru la forajul cu tampon de fluid presurizat - se aplică, în mod tipic, pentru forajul formațiunilor carbonatice fracturate, unde gradientul presiunii din pori și al pierderilor de fluid sunt aceleași, rezultând pierderi totale de noroi și manifestări eruptive, în aceeași secțiune a găurii de sondă;

7. Procedură de lucru pentru forajul cu presiune constantă la talpa sondei – constă în realizarea unei presiuni constante pe talpa sondei la întreruperea circulației, pentru adăugarea bucății de avansare;

8. Mod de operare cu reducția pentru circulație continuă - construcția reducției pentru circulație continuă se va realiza dintr-un corp de prăjină de foraj, prevăzut, cu cep și mufă la capete. În interiorul corpului se montează o casetă cu două supape de sens unic – una pe verticală, pe direcția cep-mufă, iar a doua pe o direcție perpendiculară, care continuă cu un orificiu lateral, prevăzut cu un sistem de prindere rapidă a furtunului de presiune prin care se realizează circulația continuă.

Procedurile de lucru definesc clar ordinea tehnologică a operațiilor și pot fi schimbate foarte rapid, conform variațiilor de presiune observate în sistem.

Procedurile de lucru stabilite în vederea aplicării sistemului de foraj cu derivația închisă se referă, în special, la următoarele aspecte:

- utilizarea echipamentelor moderne și performante, spre care se îndreaptă dezvoltarea tehnologiilor noi din cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă, în conformitate cu necesitățile, preocupările și reglementările specifice industriei de foraj din zilele noastre, precum și a mediilor din ce în ce mai dificile (temperaturi și presiuni extreme, adâncimi mari etc.), cărora li se adresează acestea;

- elaborarea procedurilor de lucru și a modurilor de operare se efectuează de către persoane cu experiență din conducerea tehnică a schelei de foraj, șeful de brigadă și șeful sondei, inclusiv personalul muncitor, și sunt avizate de conducerea tehnică a schelei de foraj și aprobate de către directorul tehnic;

- punerea în practică a procedurilor de lucru este efectuată de echipe de foraj foarte bine instruite, atât teoretic cât și practic și cu o experiență în situații asemănătoare; de asemenea, aceste echipe sunt pregătite să lucreze cu echipamente specifice tehnologiei utilizate în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă, care completează instalația clasică de foraj;

- definirea clară a fluxului tehnologic și respectarea operațiilor;

- schimbarea rapidă a procedurilor, conform variațiilor de presiune observate;

- dependența procedurilor elaborate în funcție de: tipul structurii geologice traversate prin foraj, coloana lito-stratigrafică, tipul zăcămintului de țigăi sau gaze, adâncimea sondei, tipul fluidului de foraj, tipul dificultății geologice (pierderi de fluid de foraj, manifestări eruptive, țineri pe gaur sondei, manșonarea garniturii de foraj etc.).Variația și multitudinea procedurilor de lucru rezultă din combinarea acestor factori.

Procedurile de lucru, elaborate în această fază răspund la următoarele întrebări:

- ce operație se efectuează ?;
- cum se efectuează operația respectivă?;
- cu ce echipamente se efectuează operația respectivă?;
- cine o efectuează?;

- cine răspunde de efectuarea corectă a operației respective?

Procedurile și modul de operare permit atingerea următoarelor scopuri:

- traversarea prin foraj a zonelor incompatibile din sondă (traversarea unor zone cu pierderi de circulație sau prinderi diferențiale) și tubarea unor coloane intermediare, rezonabile ca număr și diametru;
- deschiderea stratelor productive fără a afecta curgerea hidrocarburilor, atât la zăcămintele noi, cât și la cele vechi, depletate, sau la care se reia exploatarea;
- asigurarea stabilității pereților găurii de sondă;
- realizarea unor viteze de foraj cât mai mari;
- reducerea timpilor neproductivi și a costurilor.

La elaborarea procedurilor de lucru se ține cont de: condițiile geologice din sondă, ordinea tehnologică a operațiilor și gradul de dotare cu echipamente specifice fiecărei metode de foraj din cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă.

Procedurile de lucru pentru forajul clasic se referă la următoarele tipuri principale de operații:

- introducerea sapei la talpa sondei prin intermediul garniturii de foraj;
- pornirea circulației la talpă și începerea forajului;
- oprirea circulației la talpă;
- extragerea sapei la suprafață; tubajul și cimentarea sondei.

Operațiile care se execută în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă sunt aceleași ca în sistemul clasic; diferența față de sistemul clasic se referă doar la componența sistemului de la suprafață, prin care se asigură controlul presiunilor în sondă, separarea și recondiționarea fluidelor ieșite din sondă, indiferent de tipul acestora.

Traseul fluidelor ieșite din sondă diferă față de sistemul clasic, doar pe sectorul cuprins de la ieșirea din prevenitorul vertical, prevenitor rotativ, conducta de derivație de 6 in, ajung în minimanifoldul cu duze reglabile și de aici, prin intervenția operatorului, sunt dirajate spre bateria de separatoare/separatorul centrifugal tetrafazic, de unde fazele separate sunt eliminate spre: conducta de evacuare gaze, habe de țigete, haba de detritus și haba de curățire.

În plus, față de procedurile din sistemul clasic, pentru sistemul de foraj cu derivația închisă s-au făcut recomandări pentru alegerea și completarea sistemului de circulație de la suprafață, cu echipamente care să asigure controlul, separarea și recondiționarea fluidului, în vederea refolosirii în sondă.

PN16110201- In cele ce urmeaza sunt descrise activitatile realizate in primul an – 2016 - de derulare a proiectului *“Magneți permanenți bazați pe interacțiune de schimb în sistemele oxidice”*, activitati care au fost structurate in cele doua prime etape, si anume:

- faza 1: *“Sinteza sistemelor oxidice nanostructurate, de tip fază dură / fază moale”*;

- faza 2: *“Caracterizarea complexa a pulberilor magnetice monodisperse și a compozitelor bifazice”*.

1. Introducere

Având un rol semnificativ în stocarea, furnizarea și conversia energiei, magneții permanenți reprezintă componente cheie pentru actualele tehnologii. Piața mondială a magneților permanenți este de așteptat să atingă cca. 31,88 mld. USD în anul 2020, cu o rată anuală de creștere de 8,6% predicționată pentru următorii ani (site Grand View Research / Materials).

Tabelul 1. Magneții permanenți și proprietățile lor

| Materiale magnetice dure | Inducție remanentă B_r (T) | Intensitatea câmpului coercitiv H_c (kA/m) | Produs energetic maxim $(BH)_{max}$ (kJ/m ³) | Temperatura Curie T_c (°C) | Cost relativ |
|----------------------------------|------------------------------|--|--|------------------------------|--------------|
| Oțeluri cu W | 1,00 | 5,57 | 2,4 | 1000 | 2 |
| Oțeluri cu Co | 0,90 | 15,9 | 8,0 | 1100 | 4 |
| Alnico 5 | 1,20 | 47,7 | 39,8 | 840 | 3 |
| Alnico 8 | 1,00 | 119 | 39,8 | 850 | 6 |
| Ferită de Ba | 0,40 | 143 | 27,9 | 450 | 1 |
| Ferită de Sr | 0,35 | 278,5 | 33,4 | 450 | 2 |
| SmCo ₅ | 1,10 | 1989 | 198,9 | 700 | 20 |
| Sm ₂ Co ₁₇ | 1,10 | 1989 | 278,5 | 800 | 18 |
| NdFeB | 1,30 | 1989 | 318,3 | 320 | 12 |
| CoPt | 1,00 | 477,5 | 79,8 | 700 | 50 |

Tabelul 1 prezintă o imagine a diversității magneților permanenți utilizați. Din acest tabel se poate observa că magneții permanenți pe bază de compuși ai pământurilor rare PR-3d și ai metalelor de tranziție (MT), **Caracterizarea complexă a pulberilor magnetice monodisperse și a compozitelor bifazice** Europene va fi produsă de energia eoliană până în anul 2020 [2]. Pentru a atinge acest deziderat, din 2007 până în 2009 s-a înregistrat o evoluție rapidă în tehnologia generatoarelor electrice pentru turbinele eoliene echipate cu MP, pentru puteri de peste 1 MW. În ultimul deceniu au fost întreprinse eforturi semnificative pentru dezvoltarea de turbine eoliene cu eficiență și fiabilitate ridicată, dotate cu MP cu energie ridicată pe baza de NdFeB, pentru atingerea acestui scop fiind necesară străpungerea a trei bariere importante: a) dependența puternică de China în ceea ce privește furnizarea materiilor prime pe baza de PR și prețul foarte ridicat al acestora: China, producătoare a 99% din producția mondială de PR grele (Dy și Tb) și 87% din cea de PR ușoare (Nd și Pr), aplică restricții la export ce afectează în mod direct costul lor. Astfel, până în anul 2017 este de așteptat ca cererea de PR să crească cu peste 20% față de 2014 și cu 50% până în anul 2023 [3]. Prețurile ridicate și cererea crescută ce se așteaptă explică de ce materiile prime critice devin o piedică în lanțul de aprovizionare pentru diversele tehnologii implicate în sistemul de furnizare a energiei electrice. De aceea este imperios necesar să se dezvolte materiale substituite ale acestora; b) dificultatea mare a substituirii PR în magnetii permanenți: eforturile de cercetare orientate către acest scop au ajutat la scăderea utilizării PR în MP, însă pe seama scaderii performanțelor (adesea folosind elemente/compuși, la randul lor deficitari). O abordare fundamentală, diferită de alternativa substituirii, constă în reducerea, pe cât posibil a cantităților de elemente PR deficitare în magnetii permanenți; c) pentru o reciclare PR pe scară largă, viabilă din punct de vedere comercial, însă, în condițiile actuale ale pieței, o astfel de sursă alternativă nu poate apărea fără sprijinul public.

1.2 Soluții alternative la problema reducerii consumului de materii prime critice în magnetii pe baza de pământuri rare. Piața mondială a MP evoluează anual cu cca. 9 mld USD, MP pe baza de PR și feritele dure împărțindu-se în cote aproape egale această piață. Restul de 10% aparține aplicațiilor care necesită MP cu caracteristici magnetice superioare feritelor, dar pentru ca feritele să atingă valorile impuse produsului energetic maxim, se folosesc tot MP pe baza de PR. Foarte important, acest interval, situat între 35 și 100 kJ/m³, include o serie de tehnologii-cheie ce vizează aplicații în industria constructoare de mașini și energie. Deși în prezent, acest "gol" este acoperit prin utilizarea MP pe baza de PR cu performanțe magnetice reduse, cu toate acestea deficitul de PR a condus la concluzia că este de o importanță semnificativă strategică, geografică și socio-economică găsirea de alternative la MP care să acopere un asemenea gol, MP care să prezinte un conținut redus sau chiar să fie lipsite de PR [4,5]. Una dintre strategiile ce prevalează în vederea îndeplinirii acestui obiectiv constă în fabricarea de magneți hibridi ce se bazează pe un material magnetic cu magnetizare ridicată, cuplat cu un material magnetic cu anizotropie accentuată. În condiții adecvate, cuplarea celor două faze are ca rezultat creșterea $(BH)_{max}$. În nanomaterialele magnetice, compuse dintr-o fază cu anizotropie magnetică pronunțată (numită *material magnetic dur*) și faza feromagnetică cu anizotropie magnetică redusă (numită *material magnetic moale*), adică în nanocompozite feromagnetice, în care mărimea liniară a fazei magnetice moale este cel mult de 2 ori lungimea interacției de schimb a fazei magnetice dure, lungimea interacției de schimb fiind practic egală cu lățimea peretelui Bloch al acestui material magnetic dur, are loc (prin interacția de schimb dintre cele două faze) durificarea prin forțe de schimb a fazei magnetice moale. În mod uzual, tehnica de durificare magnetică este realizată prin intermediul reducerii dimensiunilor particulelor (în scopul atingerii stării monodomeniale), prin căutarea și identificarea unor materiale cu o anizotropie magnetică pronunțată

sau prin realizarea unui cuplaj de schimb între faze magnetic moi și dure (rezultând așa-numiții *spring-magnets*). În cazul din urmă, nanocompozitele ce rezultă prezintă o magnetizație la saturație mai ridicată decât cea a fazei magnetic dure, dar, datorită cuplajului cu faza magnetic moale, nu se poate evita o scădere a coercivității.

1.3 Ferite durificate prin interacție de schimb. Problematika preparării de materiale magnetic dure pornind de la ferite durificate prin interacții de schimb a apărut relativ recent, câteva grupuri de cercetare raportând rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale derulate. Conceptul de durificare prin interacție de schimb a fost exploatat de grupul condus de G. C. P. Leite, grup care a studiat comportarea magnetică a oxizilor ferimagnetici CoFe_2O_4 și a nanocompozitelor de tip oxid ferimagnetic/metal feromagnetic $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{CoFe}_2$ [6]. În anul 2013, un alt grup de cercetători condus de S. Manjura Hoque a raportat realizarea nanocompozitelor durificate prin interacția de schimb dintre ferite moi și dure, sintetizate prin co-precipitare chimică, cu și fără aplicarea vibrațiilor ultrasonice [7].

1.4 Sinteza nanopulberilor magnetic moi și dure prin metode chimice. Cercetările experimentale desfășurate în această primă fază a contractului au vizat sinteza de nanoferite monodisperse, dure și moi, și sisteme nanocompozite de tip ferită moale/ferită dură. Feritele dure selectate pentru a constitui aceste nanocompozite au fost: $\text{BaO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$ și $\text{SrO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$, iar ca ferita moale a fost aleasă $\text{CoO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$. Metoda de preparare a fost sinteza chimică, pornindu-se de la sarurile specifice, fiind sintetizate atât nanopulberi feritice monodisperse, cât și nanopulberi feritice bifazice (8 amestecuri nanocompozite bifazice, cu raport faza magnetic dură/faza magnetic moale: 90/10; 80/20; 70/30; 50/50; 20/80). Mai departe, aceste nanopulberi feritice au fost calcinate timp de 4 ore la 600, 800 și 1000°C, preparându-se 20 de seturi de nanopulberi feritice. Codificarea probelor a fost următoarea: $\text{BaO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$ (BOF), $\text{SrO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$ (SOF), $\text{CoO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (COF), $\text{BaO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}/\text{CoO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (COBO), $\text{BaO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}/\text{SrO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$ (COSO), urmata de indicarea temperaturii de calcinare (de exemplu, COBO-800). Pentru amestecurile nanocompozite bifazice a fost precizată și proporția faza magnetic dură/faza magnetic moale: de exemplu: COBO 28 reprezintă 80% faza magnetic dură și 20% magnetic moale.

2. Caracterizarea complexă a pulberilor magnetice monodisperse și a compozitelor bifazice

Cercetările experimentale din a doua fază a contactului de cercetare științifică au fost orientate în sensul unei analize a influenței naturii și proporției fazei magnetic dure din sistemele nanocompozite bifazice, precum și a temperaturii de procesare asupra structurii lor cristaline și morfologice și asupra evoluției proprietăților magnetice: magnetizație la saturație, coercivitate, pentru înțelegerea și controlarea mecanismului de durificare prin interacție de schimb în cazul nanoferitelor.

Eșantioanele prelevate din aceste nanopulberi s-au caracterizat morfo-structural, prin difracție de raze X și microscopie electronică de baleiaj și magnetic, prin magnetometrie, la temperatura camerei, din curbele de histerezis extragându-se valorile principalelor caracteristici magnetice: magnetizație remanentă M_r , magnetizație la saturație M_s , câmpul coercitiv H_c și raportul M_r/M_s .

2.1 Caracterizarea structurală și magnetică a nanoferitelor monodisperse

În figurile 1 - 5 sunt prezentate rezultatele investigațiilor prin difracție de raze X și magnetometrie cu proba vibranta pentru nanoferitele monodisperse $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ și CoFe_2O_4 .

Nanoferite magnetic dure $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$

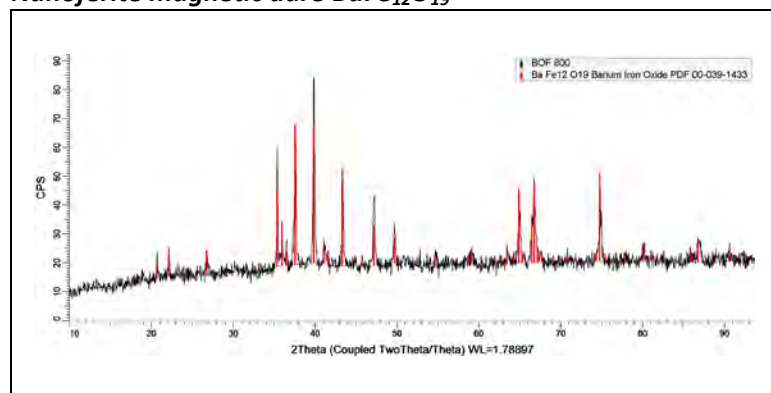


Fig. 1 Difractograma de difracție raze X a probei $\text{BaO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$, după calcinare 800°C/4 ore

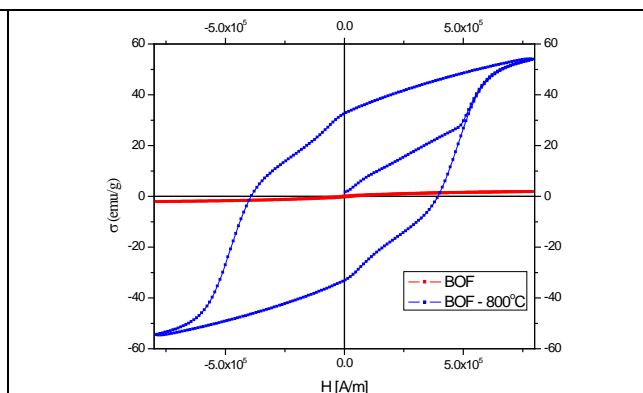


Fig. 2 Curbe de histerezis comparative ale probelor $\text{BaO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}$, înainte și după calcinarea la temperatura de 800°C, timp de 4 ore

Nanoferite magnetic dure $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$

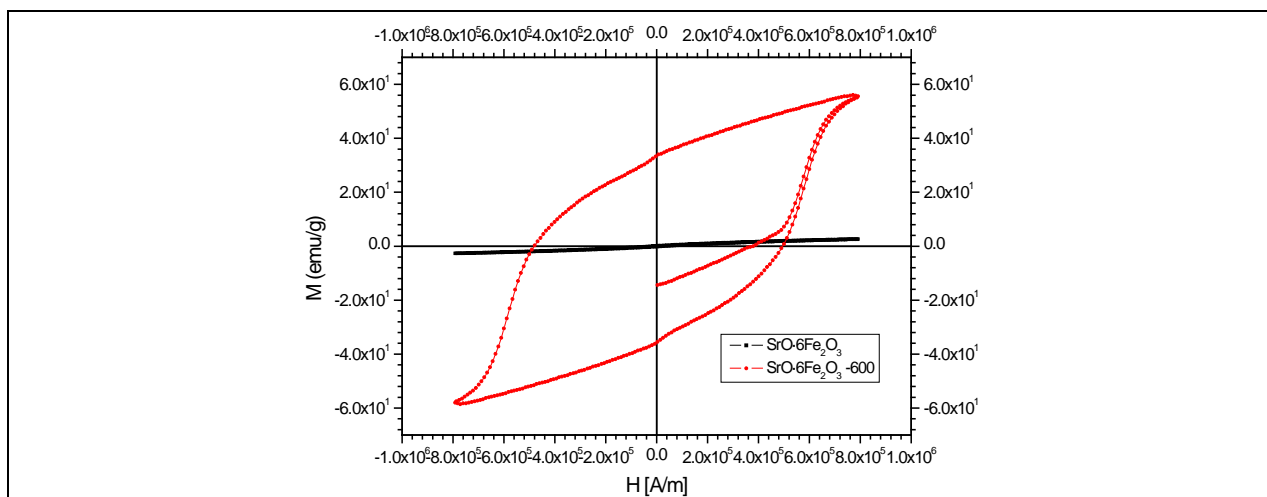


Fig. 3 Curbe de histerezis comparative ale probelor din seria SrO·Fe₁₂O₁₈ după uscare și după calcinare la 600°C, timp de 4 ore

Nanoferite magnetic moi CoFe₂O₄

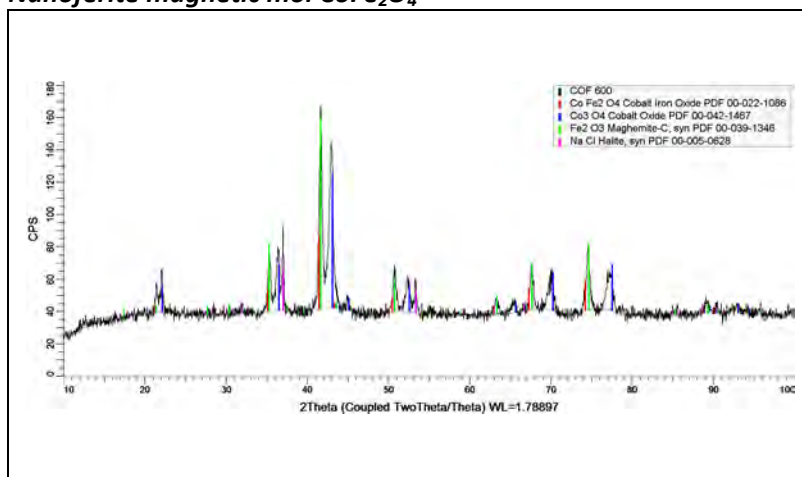


Fig. 4 Difractograme de difracție raze X ale probelor CoO·Fe₂O₃, înainte și după calcinare la temperatura de 600°C, timp de 4 ore

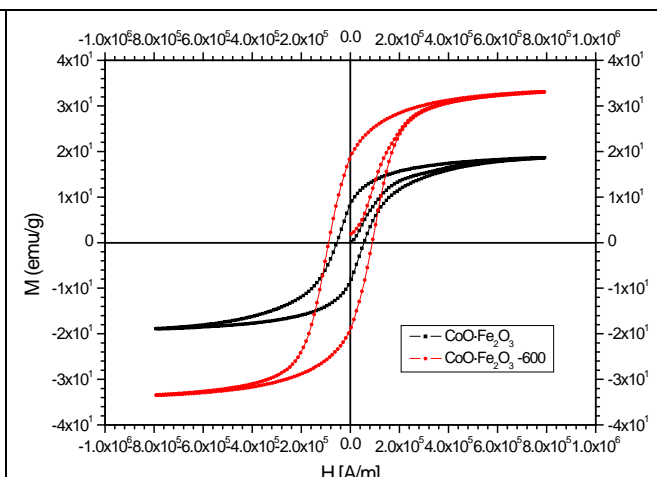


Fig. 5 Curbe de histerezis comparative ale probelor CoO·Fe₂O₃, înainte și după calcinarea la temperatura de 600°C, timp de 4 ore

2.2 Caracterizarea morfo-structurala si magnetica a sistemelor nanocompozite ce prezinta interactie de schimb

In cazul sistemului nanocompozit **BaO·Fe₁₂O₁₈/CoO·Fe₂O₃** s-au obtinut nanocompozite magnetice durificate prin interactie de schimb, ca valori mai scazute insa ale magnetizatiei la saturatie, care un satisfaceau insa obiectivul asumat pentru proiect (figura 6). Evolutia caracteristicilor lor magnetice cu temperatura de calcinare este reprezentata in figura 7.

Sistemul nanocompozit BaO·Fe₁₂O₁₈/CoO·Fe₂O₃

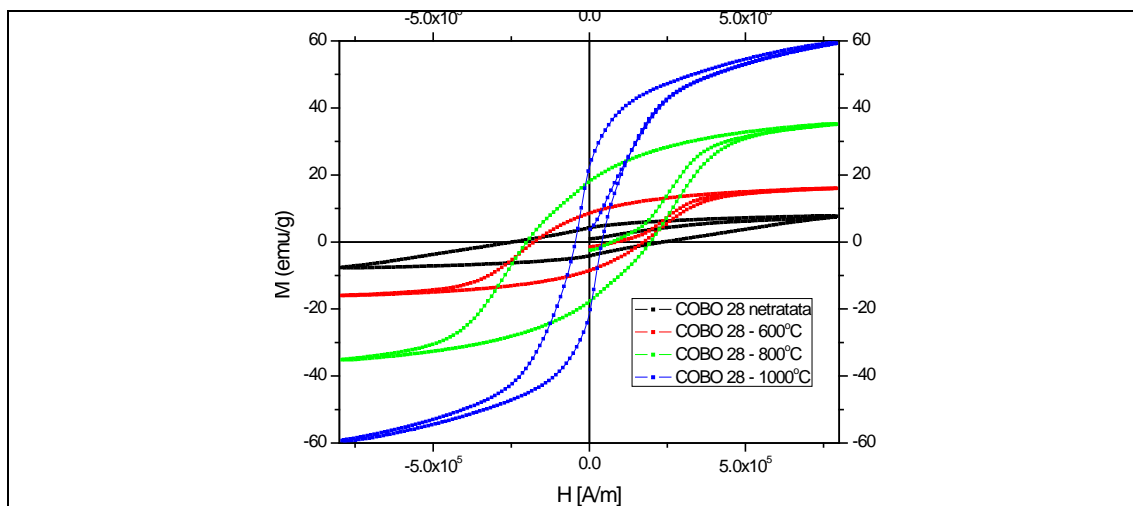
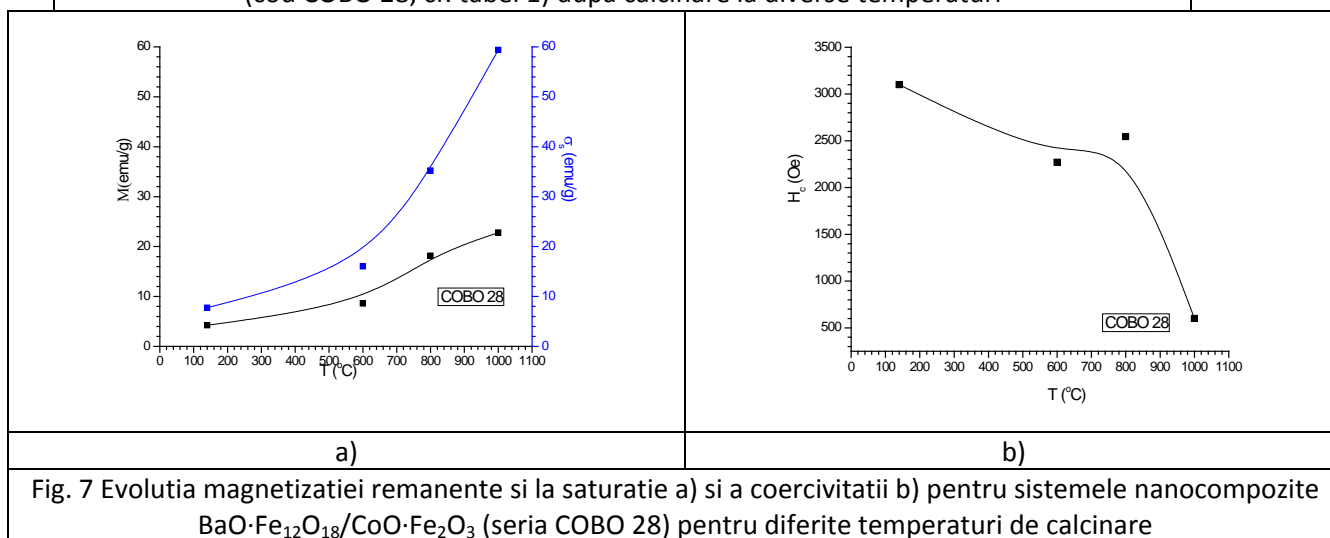


Fig. 6 Curbe de histeresis comparative ale probelor BaO·Fe₁₂O₁₈/CoO·Fe₂O₃ (cod COBO 28, cf. tabel 1) după calcinare la diverse temperaturi



In urma cercetarilor experimentale au fost preparate 6 modele experimentale de nanocompozite magnetice durificate prin interactie de schimb in sistemul SrO·Fe₁₂O₁₈/CoO·Fe₂O₃, cu valori ale magnetizatiei la saturatie $M_s = 49,7 - 65$ emu/g si rapoarte de interactie $M_r/M_s = 0,51 - 0,57$, valori ce satisfac conditiile obiectivului asumat prin propunerea de proiect (magnetizatie la saturatie $M_s = 40$ emu/g si raport $M_r/M_s > 0.5$).

Sistemul nanocompozit SrO·Fe₁₂O₁₈/CoO·Fe₂O₃, raport 80/20

Prezenta feritei dure SrO·Fe₁₂O₁₈ in sistemul bifazic nanocompozit atrage dupa sine valori mai ridicate ale magnetizatiei la saturatie si coercivitatiei decat in cazul utilizarii feritei dure BaO·Fe₁₂O₁₈. In cele ce urmeaza sunt prezentate rezultatele caracterizarilor morfo-structurale si magnetice al unuia dintre modelele experimentale elaborate (figurile 8 - 11).

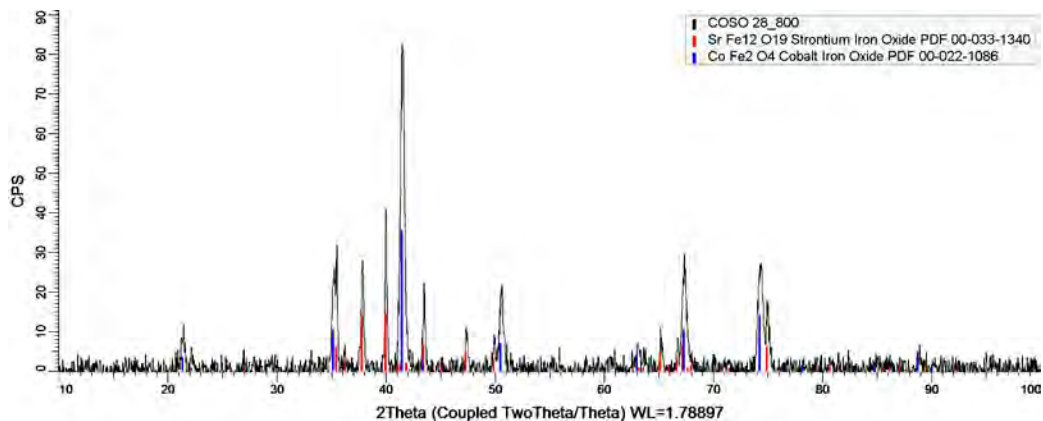


Fig. 8 Difractograma de difracție raze X a probei SrO·Fe₁₂O₁₈/ CoO·Fe₂O₃ 80/20, după calcinare 800°C/4 ore

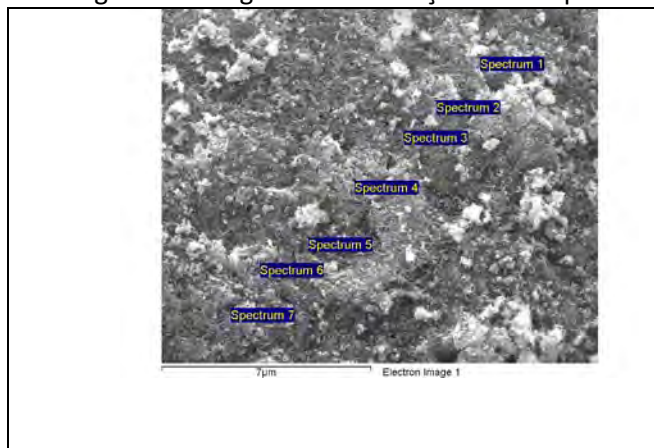
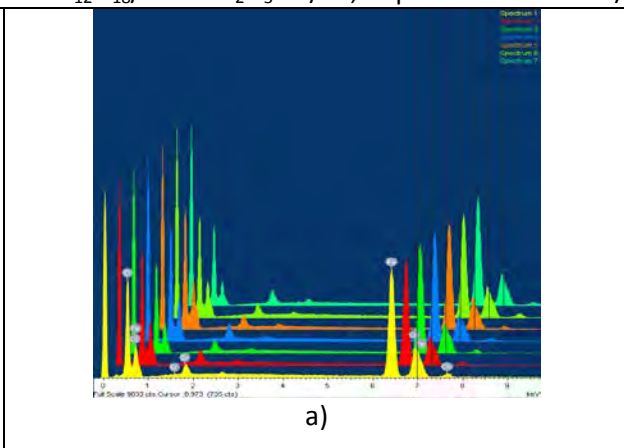
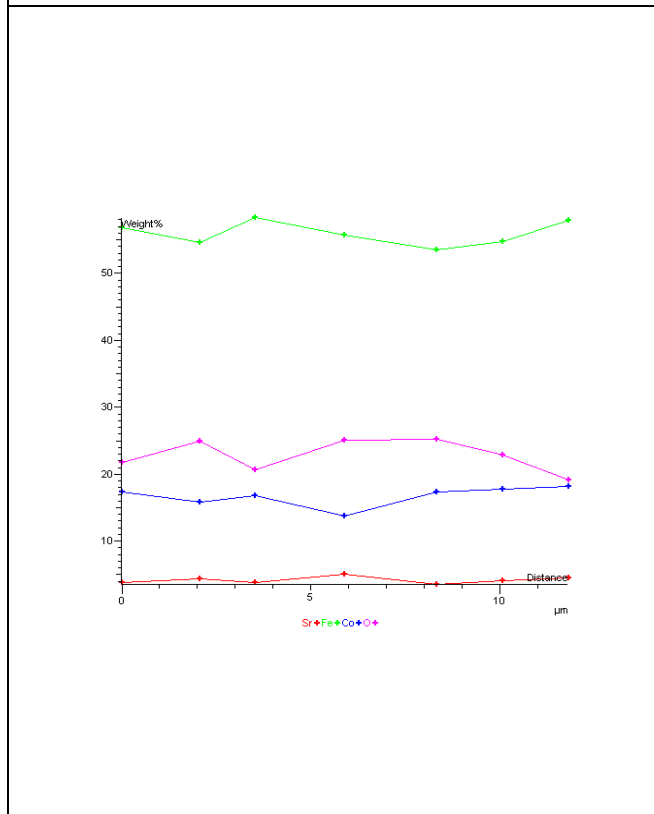


Fig. 9 Imagine de electroni secundari a probei COSO 28-800, x 20000, aria 1



a)

Fig. 10 Spectrele de compozitie semicantitativa achizitionate pe microaria evidentiata prin SE a), precum si distributia concentratiei elementelor evidentiata, functie de distanta dintre spectre - (distributie relativa) b)



Compozitia exprimata in procente pentru microaria integrata de mai sus

| Spectrul | O | Fe | Co | Sr | Total |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|
| Spectrul 1 | 21.8 3 | 56.8 3 | 17.3 9 | 3.9 6 | 100.00 |
| Spectrul 2 | 25.0 1 | 54.5 8 | 15.8 9 | 4.5 2 | 100.00 |
| Spectrul 3 | 20.7 3 | 58.3 9 | 16.8 6 | 4.0 2 | 100.00 |
| Spectrul 4 | 25.1 4 | 55.7 0 | 13.9 2 | 5.2 3 | 100.00 |
| Spectrul 5 | 25.2 8 | 53.5 5 | 17.4 1 | 3.7 6 | 100.00 |
| Spectrul 6 | 23.0 2 | 54.8 1 | 17.8 9 | 4.2 8 | 100.00 |
| Spectrul 7 | 19.1 8 | 57.8 9 | 18.2 4 | 4.6 9 | 100.00 |
| Media | 22.8 8 | 55.9 7 | 16.8 0 | 4.3 5 | 100.00 |
| Deviatia Standard | 2.41 | 1.80 | 1.48 | 0.5 1 | |

| | | | | | | |
|--|------|-----------|-----------|-----------|----------|--|
| | Max. | 25.2 8 | 58.3 9 | 18.2 4 | 5.2 3 | |
| | Min. | 19.1 8 | 53.5 5 | 13.9 2 | 3.7 6 | |

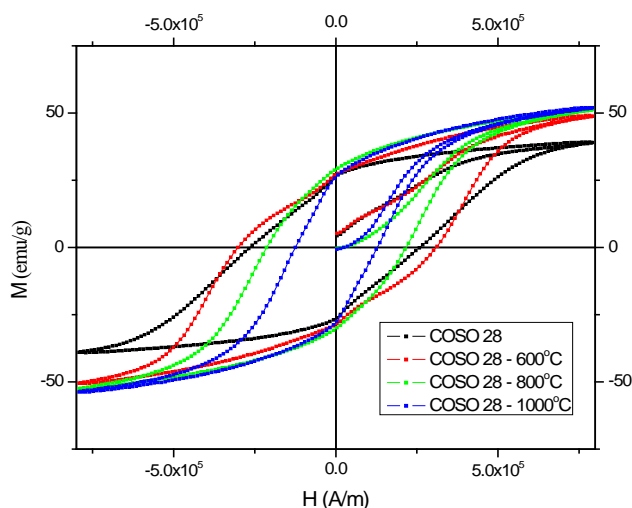


Fig. 11 Curbe de histerezis comparative ale probelor $\text{SrO}\cdot\text{Fe}_{12}\text{O}_{18}/\text{CoO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 80/20 după uscare, respectiv calcinare la diverse temperaturi

Din figura 11 se poate observa creșterea valorii magnetizării la saturatie odata cu creșterea temperaturii de calcinare. Aceasta creștere este stopata dupa temperatura de 800°C , in jur de $52 - 53 \text{ emu/g}$. Coercivitatea crește de la 3292 Oe pentru nanocompozitul in stare netratata, la 3843 Oe , pentru nanocompozitul calcinat la 600°C , timp de 4 ore. Creșterea in continuare a temperaturii de calcinare, care are un rol benefic in cazul valorilor magnetizatiilor la saturatie, nu se dovedeste la fel de benefica si in cazul coercivitatii: aceasta scade la 2700 Oe , pentru o temperatura de calcinare de 800°C si apoi la o valoare de 1589 Oe , pentru temperatura de calcinare de 1000°C . Aceasta scadere este explicata prin deteriorarea coercivitatii datorata creșterii dimensiunilor medii ale nanoparticulelor.

Analizand valorile rapoartelor M_r/M_s se poate constata ca nanocompozitele prezenta interactie de schimb, atat in stare netratata, cat si dupa calcinarea timp de 4 ore la diferite temperaturi. Valoarea raportului M_r/M_s ramane aproximativ constanta, $0,56$ pentru nanocompozitele calcinate la temperaturile de 600°C si la 800°C scade odata cu creșterea temperaturii de calcinare la 1000°C .

Se pot remarca tendintele ascendente ale valorilor magnetizării de saturatie odata cu creșterea temperaturilor de calcinare, de la $39,2 \text{ emu/g}$ pentru pulberea netratata la $52,9 \text{ emu/g}$ pentru nanocompozitele $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$, calcinate la 1000°C .

Creșterea temperaturilor de calcinare nu este in beneficiul coercivitatii, care, de la valoarea de 306 kA/m (3483 Oe) pentru nanocompozitele $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$, raport 80/20, calcinate la 600°C , atinge 215 kA/m (2700 Oe) pentru probele calcinate la 800°C . Creșterea ulterioara a temperaturii de calcinare la 1000°C cauzeaza o scadere a coercivitatii, care atinge valoarea de $126,5 \text{ kA/m}$ (1589 Oe).

Influenta temperaturii de calcinare poate fi observata si in ceea ce priveste alura curbelor de histerezis. In cazul pulberilor $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ netratate, alura curbei de histerezis implica prezenta a doua faze mixate, insa creșterea temperaturii de calcinare determina pentru nanocompozitele $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ imbunatatirea rectangularitatii curbelor, sugerand prezenta unui singure faze.

In scopul evidentierii efectului de interactie de schimb a fost determinata valoarea raportului M_r/M_s . Valoarea atinsa pentru acest raport este mai mare decat $0,5$, fapt ce dovedeste ca intre cele doua faze magnetice a aparut interactia de schimb, in concordanta cu studiile teoretice (Kneller si Hawig, 1991).

Scaderea valorii raportului M_r/M_s , care apare datorita creșterii temperaturii de calcinare, de la $0,68$ pentru pulberea $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ netratata, la $0,51$ pentru nanocompozitele $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$, poate fi explicata prin creșterea dimensiunilor nanoparticulelor fazei magnetic moi, CoFe_2O_4 . Studiile teoretice au prezis ca efectul interactiei de

schimb între fazele magnetic dure și magnetic moi apare numai dacă mărimea fazei magnetic moi nu este mai mare decât o valoare critică, definită ca lungime de schimb l_{sch} , care este tipic de două ori sau mai mică decât lățimea peretelui de domeniu al fazei magnetic dure.

Aspectul neted al curbelor de histerezis în cazul nanocompozitelor $SrFe_{12}O_{19}/CoFe_2O_4$ calcinate la temperaturile de $800^\circ C$ și $1000^\circ C$, conjugat cu scăderea drastică a raportului M_r/M_s , de la 0.57 la 0.51, poate fi corelat cu presupunerea că proporția fazei magnetic moi nu este într-o cantitate suficientă, astfel încât să determine utilizarea completă a magnetizării sale la saturare, chiar dacă fazele constituente ale nanocompozitelor sunt cuplate prin schimb.

PN1611 0202- SUPERCAPACITOR CU ELECTROZI ELECTROZI DIN MATERIAL ELECTROACTIV PE BAZA DE MATERIALE PE BAZA DE MATERIALE GRAFENICE.

Etapa 1. În prima etapă a proiectului s-a urmărit obținerea de noi materiale grafenice pretabile pentru a fi folosite ca materiale electroactive pentru supercapacitori, utilizând tehnici de sinteză chimică (chimie umedă) și/sau depunere chimică din fază de vapori.

Rezultate experimentale - Obținere de materiale grafenice prin sinteză chimică

Pentru obținerea de materiale grafenice prin sinteză chimică s-a urmărit obținerea unui oxid grafitic urmată de reducerea la oxid de grafenă într-o singură etapă. Metoda de sinteză abordată pentru sinteza oxidului de grafit a fost exfolierea chimică (tehnica top-down) prin metodele Brodie, Staudenmaier, respectiv Hummers.

Metoda Brodie: Au fost sintetizate 3 variante experimentale de oxid de grafit (GOA, GOB, GOC) având ca punct de plecare metoda Brodie cu modificări. Modificările au constat în corectarea rapoartelor molare ale reactanților și timpilor alocăți reacției de oxidare a substratului grafitic.

Metoda Staudenmaier: Utilizând ca variantă experimentală metoda Staudenmaier a fost sintetizat o variantă de oxid de grafit notată GOS.

Metoda Hummers: Utilizând ca variantă experimentală metoda Hummers au fost sintetizate 2 tipuri de oxid de grafit (notate GO1 respectiv GO2), în aceleași condiții experimentale, pornind de la 2 tipuri de grafit diferite.

Oxizii de grafit (grafenă) obținuți au fost caracterizați prin difracție de raze X, Spectroscopie IR (FT-IR), Spectroscopie Raman, respectiv microscopie electronică de baleiaj (SEM) sau microscopie de forță atomică (AFM).

Difracțiile de raze X ale oxizilor grafenici obținuți prin metodele Brodie și Staudenmaier, respectiv Hummers arată oxidarea grafitului folosit ca substrat de oxidare prin apariția maximelor de difracție caracteristice la $2\theta = 5-15^\circ$ și creșterea distanței interstraturi de la $3,36 \text{ \AA}$ specifică grafitului, la aproximativ $3,46 \text{ \AA}$ (în cazul oxizilor obținuți prin metodele Brodie și Staudenmaier), $3,90 \text{ \AA}$ respectiv $3,62 \text{ \AA}$ (în cazul oxizilor grafenici obținuți prin metoda Hummers), datorită înglobării oxigenului între straturile grafenice.

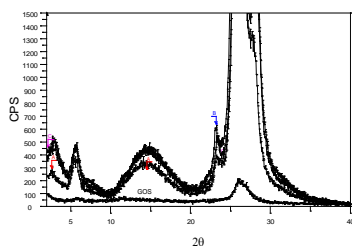


Fig.1. Spectrele de difracție pentru cele 4 tipuri de oxizi grafitici, obținuți prin metodele Brodie (A,B,C) și Staudenmaier (GOS)

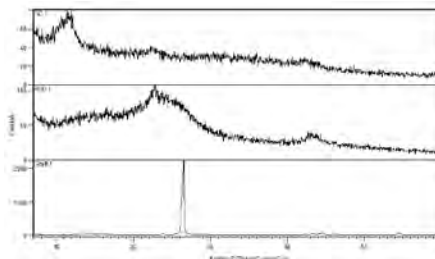


Fig. 2. Spectre de difracție de raze X ale oxidului grafenic și oxidului grafenic redus (GO1/RGO1) sintetizați prin metoda Hummers urmată de reducere cu acid ascorbic

Investigarea probelor realizate prin microscopie electronică de baleiaj (SEM) a demonstrat exfolierea planelor grafenice cu formarea de structuri caracteristice, în acord cu datele din literatură, indiferent de metoda de sinteză aplicată. În cazul oxizilor obținuți prin metodele Brodie, respectiv Staudenmaier folosind ca substrat de oxidare grafit cu dimensiunea de 10 mesh, s-a remarcat faptul că fulgii de oxid de grafenă au dimensiuni / suprafețe relativ mari (de ordinul micrometrilor) cu morfologie de stive mai mult sau mai puțin exfoliate (dependente de gradul de reducere). În cazul oxizilor grafenici obținuți prin metoda Hummers, se poate remarca dimensiunea mai redusă a fulgilor, datorată dimensiunii fulgilor din substratul grafitic de origine.

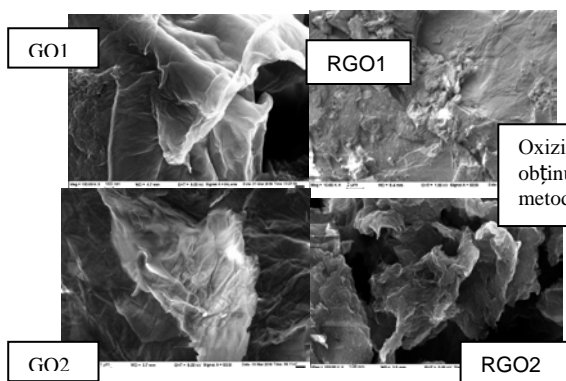


Fig. 3 Imagini SEM a oxidului de grafenă GO1/GO2 obținuți prin metoda Hummers

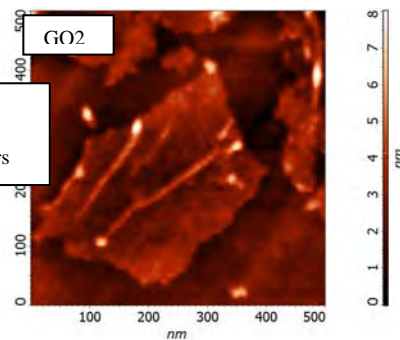


Fig. 4 Imagine topografică AFM - oxid de grafenă

Prin microscopie de forță atomică (AFM) au fost evidențiate straturi de oxid de grafenă cu suprafața de cca 300 nm și grosimi de cca 2 – 3 nm prezente într-o probă de oxid de grafenă depus sub formă de film subțire pe substrat de siliciu acoperit cu SiO₂.

Probele de oxizi grafenici obținuți prin metoda Hummers au fost investigate prin spectroscopie Raman, comparativ cu probele de grafit folosite ca substrat de oxidare. Spectrele Raman au pus în evidență benzile caracteristice (D, G, D', 2D, etc) structurilor carbonice cu hibridizare sp².

Prin evaluarea raportului intensităților benzilor D și G s-a observat că probele prezintă grade de dezordine diferite induse de tratamentul chimic la care au fost supuse materialele grafenice. În general, spectrele Raman ale oxizilor grafenici reduși (RGO) sunt similare cu spectrele oxizilor grafenici ne-reduși (GO), ambele prezentând aceleași benzi D, G și 2D, singura diferență dintre ele fiind dată de raportul I_D/I_G mai mare, RGO prezentând un grad de oxidare mai mic decât GO.

Spectroscopia FTIR a pus în evidență prezența, în structura oxizilor de grafenă și a oxizilor de grafenă reduși ce au fost investigați, a unor grupări funcționale de tip C-O, C=O și O-H, confirmând eficiența procesului de conversie din grafit. Intensitatea benzilor caracteristice grupărilor funcționale în spectrul oxizilor reduși este mai mică decât în cazul oxizilor grafenici ne-reduși ca urmare a procesului de reducere și de eliminare a oxigenului din structură.

Rezultate experimentale - Obținere de materiale grafenice prin depunere chimică din fază de vapori (CVD)

Experimentările privind obținerea de structuri grafenice prin depunere chimică din fază de vapori (CVD) s-au derulat în scopul "creșterii" de grafene prin tehnica bottom-up dintr-un amestec de gaze precursorare (metan și hidrogen), la temperaturi înalte (1000°C), în condiții controlate. Au fost realizate două variante experimentale de grafene (G15, G30) diferite prin durata reacției de depunere (15 min, respectiv 30 min). Probele rezultate G15, respectiv G30 au fost caracterizate prin microscopie electronică de baleiaj (SEM) și spectrometrie Raman.

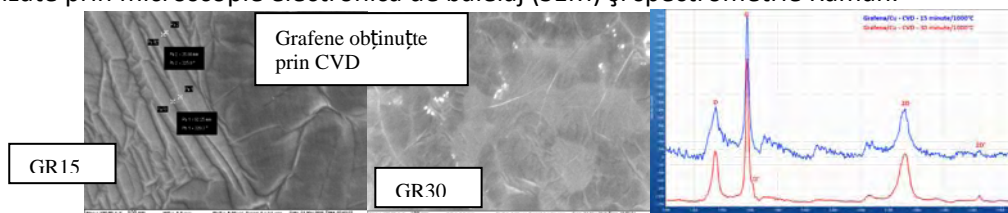


Fig. 5 Imagini SEM grafene depuse prin CVD pe substrat de Cu

Fig. 6 Spectrul Raman înregistrat pentru grafenele obținute prin CVD pe suport de Cu

S-a constatat astfel că gradul de dezordine al grafenelor obținute prin metoda CVD este mult mai mic decât al oxidului de grafenă, respectiv oxid de grafenă redusă sintetizate prin metode de chimie umedă. Raportul I_D/I_G calculat pentru grafena obținută prin CVD este de aproximativ 0,35 și corespunde unei grafene multistrat (2 - 3 straturi). Analiza FWHM a pus în evidență faptul că grafena crescută timp de 15 minute la 1000°C are mai puține straturi decât cea crescută timp de 30 minute.

Etapa 2. În etapa a doua a proiectului, în concordanță cu obiectivele etapei de execuție, scopul lucrării a fost de a obține materiale grafenice potrivite de a fi utilizate ca materiale electroactive pentru realizarea de electrozi pentru supercapacitori, caracterizarea performanțelor materialelor realizate ca electrod negativ și, în final, realizarea unui model demonstrativ de supercapacitor, testat funcțional.

În cadrul părții experimentale au fost realizate prin sinteza pe cale chimică a două tipuri de materiale grafenice de tip oxid de grafenă, care au fost caracterizate din punct de vedere morfo-structural prin microscopie electronică de

baleiaj (SEM), microscopie de forță atomică (AFM), spectrometrie Raman și spectrometrie IR. Au fost realizate trei variante de electrozi, două în care s-au folosit ca material electroactiv cele două tipuri de oxizi grafenici sintetizați și o variantă hibridă, în care materialul electroactiv este format dintr-un amestec de oxid grafenic și nanocarbon conductiv.

Rezultate experimentale - Realizarea de materiale grafenice electroactive prin sinteză chimică

Utilizând ca variantă experimentală metoda Hummers au fost sintetizate 2 tipuri de oxid de grafit (notate GO1 respectiv GO2), în aceleași condiții experimentale, pornind de la 2 tipuri de grafit diferite: varianta 1 GO1: 3 g Grafit fulgi (63-100 μm) și varianta 2 GO2: 3 g Grafit natural CR10 (<30 μm), utilizând ca reactivi: H_2SO_4 conc. 98% (300 ml), NaNO_3 (3 g), KMnO_4 (18 g), , HCl 5%, H_2O_2 conc. 30%.

Oxizii de grafit (grafenă) obținuți au fost caracterizați prin Spectroscopie IR (FT-IR), Spectroscopie Raman, respectiv microscopie electronică de baleiaj (SEM) sau microscopie de forță atomică (AFM). În scopul evidențierii oxidului de grafenă rezultat prin oxidarea grafitului conform metodei Hummers, în cadrul experimentărilor s-a abordat și varianta investigării prin microscopie de forță atomică a unor filme subțiri de oxid de grafenă, respectiv oxid de grafenă redus depuse pe substrat de sticlă. În figura 8 sunt puse în evidență straturi de oxid de grafenă cu suprafața de cca 300 nm și grosimi de cca 2 – 3 nm prezente în proba GO2.

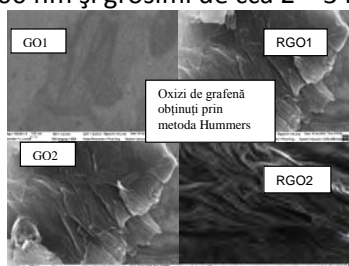


Fig. 7 Imagini SEM a oxidului de grafenă GO1/GO2 obținu prin metoda Hummers

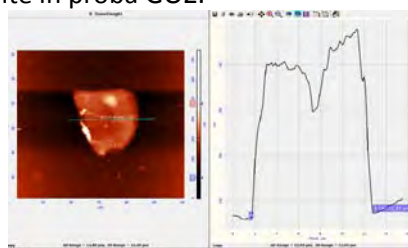


Fig. 8 Imagine topografică AFM - oxid de grafenă

Spectrele Raman înregistrate pentru probele de oxid de grafenă și oxid de grafenă redus cu precursor grafitic de tip grafit fulgi 63-100 microni (GO1), respectiv de tip grafit natural CR10 (GO2), similar procedeuului abordat în etapa anterioară. Au arătat că structurile grafenice obținute prezintă un număr redus al defectelor ($n_D \times 10^{10} / \text{cm}^2$) arată că numărul de locuri în care pot fi atașate grupări funcționale fiind redus. În tabelul 1 sunt prezentate datele comparative ale valorilor rapoartelor benzilor D și G, respectiv 2D/G.

Tabelul 1 Valorile rapoartelor intensităților benzilor D și G, respectiv 2D și G

| Raport | GO1 | GO 2 | rGO1 | rGO 1 |
|--------------|------|------|------|-------|
| I_D/I_G | 2 | 0,86 | 1,07 | 1,10 |
| I_{2D}/I_G | 0,95 | 0,11 | 0,06 | 0,04 |

Spectroscopia FTIR a pus în evidența existența în structura oxidului de grafenă a unor diferite specii oxigenate de tip C-O-C, C=C, C=O, C-O și respectiv OH. De asemenea, a fost pusă în evidență eficiența procesului de reducere a GO, fiind observată dispariția din spectrul FTIR al grupărilor funcționale mai sus menționate ca urmare a reducerii oxizilor obținuți.

Partea experimentală - Caracterizarea din punct de vedere al performanțelor ca electrod negativ

În vederea caracterizării materialelor grafenice elaborate din punct de vedere al performanțelor ca electrod negativ în supercapacitor, au fost realizate 3 modele experimentale de electrozi folosind ca material carbonic electroactiv:

1. E1 – material electroactiv de tip oxid de grafen redus rGO2 cu precursor grafit fulgi 63-100 microni;
2. E2 – material electroactive de tip oxid de grafen redus rGO2 cu precursor grafit natural de tip CR10 cu granulația <30 microni;
3. E3 – varianta de material electroactiv hibrid rGO1 cu negru de fum conductiv de tip Ketjen Black în raport masic 1:1.

Morfologia suprafeței electrozilor a fost studiată prin microscopie electronică de baleiaj. S-au evidențiat diferențe în sensul creșterii porozității, a suprafeței active și a aderenței la substrat, în ordinea E1, E2, E3.

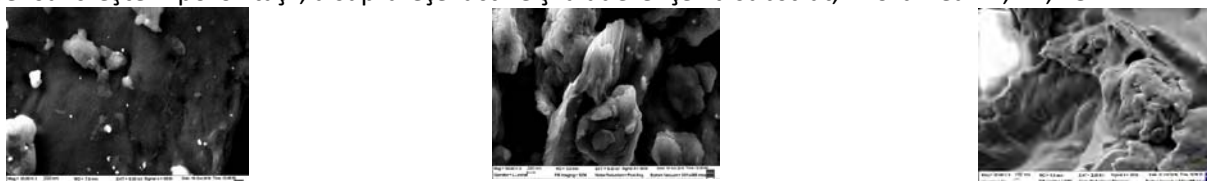


Fig. 9 Morfologia suprafeței electrozilor E1, E2, E3

S-au efectuat caracterizări ale comportamentului electrochimic pentru trei tipuri de electrozi în două medii electrolitice diferite. Electroliții în care s-au efectuat măsurătorile au fost: soluție apoasă de 0,2M H₂SO₄, și electrolit gel (constând în acid polivinilic, acid fosforic, iodură de potasiu și chinonă). Electrozii, sub formă de disc 2,5 cm², au avut un substrat de oțel inoxidabil OL316, care este acoperit cu un strat de slurry obținut prin amestecarea unor forme de carbon nanostructurat și liant PTFE 5%.

S-au trasat curbe în următoarele determinări electrochimice: spectroscopie de impedanță electrochimică (diagrame Nyquist și Bode), variația capacității cu potențialul de polarizare la frecvență constantă, variația capacității cu frecvența la potențial constant, variația tangentei unghiului de pierdere cu frecvența la potențial constant. Toate măsurătorile au fost efectuate la temperatura camerei (17±3°C).

S-au constatat în general comportări diferite, descrise sintetic în continuare.

Variația capacității cu deplasarea potențialului în sens negativ (catodic) este complet diferită, în funcție de natura suprafeței. În cazul probei E3, capacitatea crește în soluție de 0,2MH₂SO₄ cu polarizarea negativă până la -750mV, unde atinge o valoare de aproximativ 2F/cm², apoi scade până la 100mF/cm² la valoarea de -1000mV, în timp ce, în cazul electrolitului gel, capacitatea crește până la -1000mV când depășește 2,5 F/cm². Comparând electrozii E1, E2 și E3, s-a observat o creștere a capacității odată cu creșterea valorii potențialului în domeniul catodic, E1 și E2 prezentând valori maxime ale capacităților de ordinul a 10⁻⁴F/cm² în timp ce proba E3 prezintă valori de ordinul 10⁰F/cm².

Variația capacității cu frecvența trasată la OCP și la polarizare cu valori selectate în concordanță cu datele de impedanță denotă o creștere continuă a valorii capacității odată cu scăderea frecvenței, creșterea fiind mai pronunțată în cazul măsurătorilor efectuate la potențialul corespunzător C_{max}. Electroful E3 prezintă valori mai mari cu un ordin de mărime decât valorile înregistrate pentru electrozii E1 și E2, în timp ce diferența dintre valorile capacității înregistrate la potențialul corespunzător C_{max} pentru proba E3 în electrolit diferiți este de 2 ordine de mărime, în favoarea măsurătorilor efectuate în electrolit gel.

În această etapă s-au rezolvat 2 probleme majore, și anume:

I. Problema aderenței materialului carbonic nanostructurat la substratul metalic de OL316L, prin realizarea materialului de tip RGO-CR10;

II. Îmbunătățirea valorilor capacității electrofului negativ prin adaosul de carbon nanostructurat de tip Ketjen Black în slurry-ul de rGO, astfel: carbonul KB se fixează pe suprafața substratului cu ajutorul oxidului gafenic, în timp ce suprafața electroactivă și umectabilitatea electrofului sunt crescute considerabil cu ajutorul carbonului de tip KB.

PN1611 0203- OBTINEREA DE CONDUCTORI PE BAZĂ DE MICROFIBRE CU NANOTUBURI CARBONICE

Pentru a realiza obiectivele proiectului și a îndeplini cerințele tehnice, principalele materiale precursorale alese sunt: nanotuburi carbonice cu mai mulți pereți (*multi walled carbon nanotube - MWCNT*), nanotuburi carbonice cu un singur perete (*single walled carbon nanotube - SWCNT*) cu o chiralitate *armchair*, nanotuburi carbonice cu doi pereți cu conducție metalică (*double walled carbon nanotube - DWCNT*) și monomer PAN. În secțiunile următoare vor fi descriși factorii cheie care au dus la această alegere. Acești factori țin cont de capacitatea de transport a curentului, de conductivitatea funcție de chiralitate, de contaminarea minimă și de metodele de filare ce includ într-unul din cazuri și un polimer pentru încorporarea de nanotuburi.

1. Proiectarea, realizarea și dispozitivelor de filare umedă și uscată a microfibrilor cu nanotuburi de carbon. Procurarea precursorilor obținerii microfibrilor cu nanotuburi și caracterizarea acestora.

2. Testarea funcțională a dispozitivelor de filare. Încercări experimentale de obținere a microfibrilor carbonice. Caracterizarea și testarea microfibrilor obținute.

3. Încercări experimentale de obținere a microfibrilor și tratamente post-procesare pentru creșterea densității și conductivității electrice. Caracterizarea și testarea microfibrilor postprocesate.

4. Încercări experimentale de obținere a unui cablu din microfibre cu lungimea de min. 1 m și o rezistivitate electrică de 10⁻² Ω/cm. Caracterizare și testare - demonstrarea funcționalității ME realizate.

Metodologia tehnică de realizare a proiectului

Proiectul urmărește realizarea obiectivelor pe o durată de doi ani. În cadrul cercetării propuse, vor fi abordate și realizate următoarele obiective:

Proiectarea, realizarea și testarea a două instalații de filare umedă și una de filare uscată destinate obținerii de microfibre cu nanotuburi carbonice;

Obținerea de microfibre cu nanotuburi carbonice, foarte conductive, ușoare și rezistente mecanic cu rezistivități electrice cuprinse în domeniul 10^{-2} $\square\square\square 10^{-6}$ $\square\square\Omega m$, care ar putea înlocui cuprul ca material potențial mai bun pentru cabluri electrice și înfășurări pentru motoare electrice;

Testarea și caracterizarea microfibrelor cu nanotuburi carbonice; selectarea aplicațiilor în funcție de conductivitățile electrice ale microfibrelor;

Testarea funcțională a microfibrelor cu nanotuburi carbonice; demonstrarea tehnologiei de obținere cu un prototip de cablu din microfibre cu nanotuburi carbonice, conductiv, cu lungimea de min. 1m.

Ca **metodologie generală de cercetare** va fi aplicată experimentarea soluțiilor de obținere a microfibrelor cu nanotuburi de carbon, cu ajutorul unor metode specifice domeniului obținerii fibrelor: **filarea umedă** și **filarea uscată**, cea din urmă ca metodă cu grad de risc mai ridicat. *Un conductor pe bază de microfibre cu nanotuburi carbonice, optimizat este considerat fundamental pentru succesul acestui efort de cercetare.* Abordarea noastră tehnică poate fi în general împărțită în următoarele etape tehnice:

3. Procurarea precursorilor și caracterizarea acestora;
4. Proiectarea și realizarea instalațiilor de filare;
5. Filarea microfibrelor;
6. Post-procesarea microfibrelor – optimizarea proceselor de obținere;
7. Caracterizarea și testarea microfibrelor;
8. Obținerea prototipului de cablu cu microfibră conductiv;

Principalele etape tehnice sunt discutate separat în continuare.

1. Procurarea precursorilor și caracterizarea acestora

Principalii precursorii propuși pentru obținerea microfibrelor cu nanotuburi carbonice sunt:

- monomer precursor pentru PAN;
- nanotuburi carbonice cu un singur perete (SWCNT) cu o chiralitate *armchair* și conducție metalică, cu o lungime de aprox. 5 μm ;
- nanotuburi carbonice cu mai mulți pereți (MWCNT) cu o lungime de aprox. 5 μm ;
- nanotuburi carbonice cu doi pereți cu conducție metalică (DWCNT);
- acid clorosulfonic ca dispersant pentru nanotuburi carbonice;
- coagulanți.

Datorită prețului destul de ridicat ca nanotuburilor carbonice cu un singur perete și cu doi pereți, am optat pentru utilizarea nanotuburilor carbonice cu mai mulți pereți, MWCNT, pentru a experimenta obținerea de microfibre. Pentru acest tip de precursor vor putea fi procurate cantități suficiente necesare unui număr mare de experimentări.

Pentru obținerea microfibrelor conductive, vor fi folosite nanotuburi carbonice SWNT de tip *armchair* deoarece aceste au întotdeauna o conducție metalică în timp ce celelalte tipuri sunt semiconductoare.

Alături de utilizarea nanotuburilor cu un singur perete, am decis și utilizarea nanotuburilor cu pereți dubli. Nanotuburile de carbon cu pereți dubli, DWNT, au o capacitate de a transporta curentul electric la densități de curent egale dacă nu mai mari decât ale nanotuburilor carbonice cu un singur perete, SWNT, indiferent de chiralitate. Acesta este motivul principal pentru utilizarea de nanotuburi de carbon cu pereți dubli, DWNT, în această cercetare. Precursorii vor fi caracterizați pentru a se evalua puritatea acestora și caracteristicile fizico-chimice pentru stabilirea conformității cu considerentele experimentale care au condus la alegerea lor. Vor fi efectuate analize de difracție de raze X (XRD), fluorescență de raze X (XRF), microscopie electronică cu baleiaj (SEM), microscopie electronică prin transmisie de înaltă rezoluție (HRTEM) și microscopie de forță atomică (AFM – SPM).

2. Proiectarea și realizarea instalațiilor de filare

Pe baza elaborării metodelor de obținere a microfibrelor se vor elabora:

- proiecte de realizare a instalațiilor de filare umedă și uscată;
- documentații tehnice de execuție a modelelor funcționale, variantele de baza.

Se vor realiza fizic două modele funcționale de instalații de filare umedă și un model funcțional de instalație de filare uscată, care se vor testa și valida în laborator.

3. Filarea microfibrelor

Prin **metoda filării umede** sunt propuse pentru cercetare-experimentare două tipuri de microfibre:

- microfibre cu nanotuburi carbonice de tip PAN/CNT (MWCNT, DWCNT, SWCNT) – propuse a fi obținute

prin tehnica filării umede specifice obținerii fibrelor precursori poliacrilonitrilici (PAN); microfibre cu nanotuburi carbonice (MWCNT, DWCNT, SWCNT), obținute prin filare umedă utilizând

- dispersia în acid clorosulfonic.

În filarea umedă (a) aglomerări de nanotuburi de carbon cu o lungime de aprox. $5 \mu\text{m}$, vor fi dispersate împreună cu monomerul PAN și vor fi filate microfibre PAN/CNT.

În filarea umedă (b) aglomerări de nanotuburi de carbon cu o lungime de aprox. $5 \mu\text{m}$, vor fi dispersate într-o baie de acid clorosulfonic, la o concentrație de 2% în greutate și filtrate pentru a îndepărta particulele, în scopul de a forma un amestec de tip cristal lichid filabil. Amestecul va fi extrudat printr-o duză de filare (cu diametrul de $65 \mu\text{m}$) pentru a crea fire lungi cu nanotuburi carbonice. Aceste fire lungi vor fi apoi trecute printr-un mediu coagulant (acetona sau apă) pentru a îndepărta acidul după care vor fi înfășurate pe o bobină și lăsate să se usuce. Viteza liniară a tamburului va fi mai mare decât viteza amestecului la ieșirea din duza de filare, pentru a asigura o aliniere foarte bună a nanotuburilor de carbon printr-o întindere și tensionare continuă a filamentului. Fibrele vor fi apoi spălate cu apă și uscate în etuvă la 115°C .

Prin **metoda filării uscate** se propune un proces de producere a fibrelor cu nanotuburi carbonice în care sunt utilizate nanotuburi carbonice cu pereți dubli (DWCNT). Nanotuburile vor fi mai întâi tratate pentru îndepărtarea impurităților după care se va adăuga acid sulfuric pentru ca nanotuburile să poată fi împrăștiate într-un strat subțire. După uscare, marginea filmului va fi prinsă cu ajutorul unui dispozitiv de prindere ce va permite tragerea unei fibre cu o forță constantă pentru a obține un fir lung similar cu firul de lână care se obține prin tragere și răsucire. În final, firul va fi clătit în apă pentru a îndepărta acidul.

4. Post-procesarea microfidelor – optimizarea proceselor de obținere

Odată ce fibrele sunt colectate pe o bobină, pot fi efectuate mai multe procese. Acestea includ purificarea, doparea și răsucirea. Purificarea și doparea contribuie la îmbunătățirea performanțelor fibrelor rezultate. Odată ce procesul de obținere este optimizat, purificarea poate deveni inutilă. Doparea se referă la tratamentul cu iod [8] în scopul de a crește conductivitatea electrică a fibrei întrucât este de presupus ca fibrele inițiale vor avea o fracție de volum mare de goluri. Va fi explorată și densificarea prin metode bazate pe tensiunea de suprafață [9]. Densificarea crește alinierea nanotuburilor în direcția fibrelor și colapsează golurile. Acest lucru duce la îmbunătățirea conductivității electrice și a rezistenței mecanice.

5. Caracterizarea și testarea microfidelor

Microfibrele cu nanotuburi de carbon vor fi investigate din punct de vedere morfologic prin microscopie electronică de baleiaj și prin microscopie optică. Din analiza microscopică va fi determinată secțiunea transversală a microfidelor. Gradul de cristalinitate va fi investigat prin difracție de raze X iar puritatea va fi evaluată prin analize de fluorescență de raze X cu dispersie după lungimea de undă.

Microfibrele vor fi testate pentru determinarea proprietăților mecanice, electrice și termice. Rezistența mecanică și alungirea la rupere vor fi efectuate prin teste de rupere la tracțiune, în lungul microfidelor, pe filamente cu lungimi de aprox. 20 mm . Tensiunea mecanică, $\sigma = F/S$, va fi evaluată din raportul forței de rupere și al secțiunii determinate din analizele de microscopie.

Conductivitatea electrică va fi măsurată printr-o metodă dezvoltată în cadrul INCDIE ICPE-CA și care reprezintă o variantă a metodei celor patru sonde (metoda voltmetru-ampmetru) modificată pentru măsurarea conductivității electrice a fibrilelor carbonice.

După doparea cu iod, microfibrele cu nanotuburi carbonice vor fi caracterizate din punct de vedere electric și al modificării densității. Se vor măsura probe cu lungimi de aprox. 25 mm prin metoda celor patru sonde. Se vor efectua teste de analiză termogravimetrică (TGA) și se va evalua creșterea de masă înregistrată de microfibre după doparea cu iod față de fibrele nedopate.

PN1611 0204-Aliaje ultradure pentru aplicatii structurale

F1 - Experimentari de obtinere aliaje ultradure si caracterizarea acestora/15.03.2016

Activitati derulate

A1 – Experimentari de obtinere aliaje ultradure de tip AHSS si HEA

A2 - Caracterizare aliaje ultradure elaborate de tip AHSS si HEA

- În urma unui studiu documentar au fost identificate principalele aspecte științifice care stau la baza formării grupurilor de aliaje ultradure de tip AHSS și HEA, metodele de obținere și caracterizare și aplicațiile posibile ale acestor aliaje. În baza acestui studiu au fost stabilite compozițiile chimice de materiale, metodele de procesare și tipurile de caracterizări care vor fi efectuate.
- Compoziția chimică a aliajelor ultradure realizate este prezentată în tabelul 1.

Tabel. 1. Compoziția chimică (% masă) a aliajelor AHSS și HEA elaborate

| Aliaj | Compoziție chimică, % masă | | | | | | | |
|-------|----------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| | Fe | Cr | Ni | Zr | B | Si | Al | Co |
| AHSS | 68,07 | 10,92 | 6,89 | 10,45 | 2,06 | 1,61 | - | - |
| HEA | 22,27 | 20,38 | 25,22 | - | - | - | 6,91 | 25,22 |

Pentru obținerea aliajelor ultradure de tip AHSS și HEA au fost utilizate următoarele metode:

- Topirea prin inducție în vid urmată de turnare în matriță de cupru cu grosimea de 3 mm- Procesarea prin metodele specifice metalurgiei pulberilor: Aliere mecanică și sinterizare în plasmă.

Fluxurile tehnologice de obținere sunt prezentate în figurile 1 (Topire prin inducție și turnare) și 4 (procesare prin metodele specifice metalurgiei pulberilor).

S-au elaborat 2 sarje de aliaj a câte 300 grame fiecare cu compoziția chimică prezentată în tabelul 1.

Pentru a obține 300 g de aliaj au fost folosite următoarele materii prime:

Aliaj ZrFe cu Zr = 98,7 %masă; Fe = 1,3 %masă

Aliaj FeB cu Fe = 80% , B = 20 %

Aliaj SiFe cu Si = 94,74 % Fe = 5,26 %

Aliaj CrFeSi cu Cr = 66 % , Fe = 31%, Si = 3%

Ni – electrolitic – tabla Ni = 99,99 %

Fe Armco Fe = 99,95 %

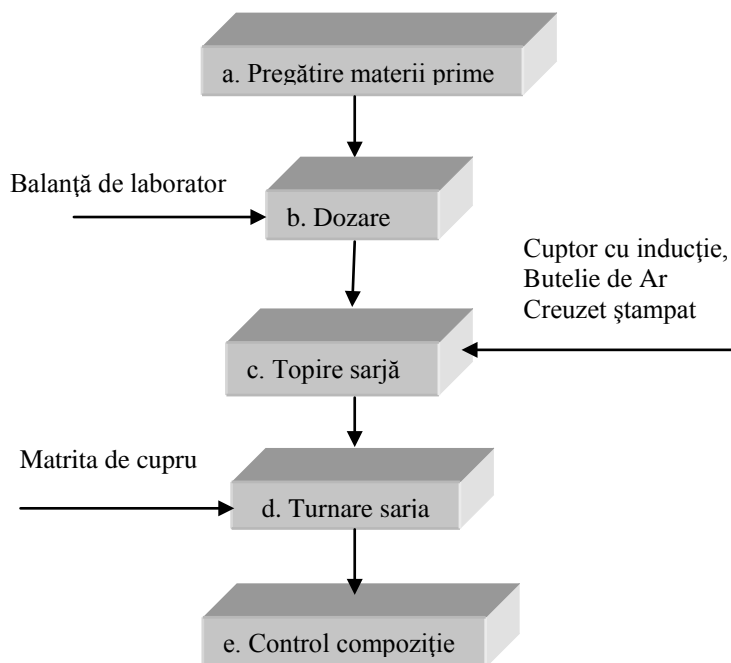


Fig. 1 Fluxul tehnologic utilizat pentru obținerea aliajelor ultradure prin topire
Necesarul de prealiaje pentru elaborarea sarjei este prezentat în tabelul nr. 2.

Tabel 2 Necesarul de prealiaje pentru elaborarea sarjei 300 g de aliaj ultradur de tip AHSS

| Prealiaje, masa/sarja AHSS | % | 100 g/sarja | 300 g/sarja | Fe | Ni | Cr | Si | B | Zr |
|----------------------------|---|-------------|-------------|----|----|----|----|---|----|
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| Zr98,7Fe1,3 | 10,58 | 31,74 | 0,39 | | | | | 31,35 |
| Fe80B20 | 10,3 | 30,9 | 24,72 | | | | 6,18 | |
| Si94,74 Fe 5,26 | 1,17 | 3,51 | 0,18 | | | 3,33 | | |
| Cr66Fe31Si3 | 16,54 | 49,62 | 15,36 | | 32,76 | 1,5 | | |
| Ni | 6,89 | 20,67 | | 20,67 | | | | |
| Fe | 54,52 | 163,56 | 163,56 | | | | | |
| Total AHSS/elemente /300 g | | | 204,24 | 20,67 | 32,76 | 4,83 | 6,18 | 31,35 |

Imagini din procesul de elaborare sunt prezentate in figura 2 iar in figura 3 sunt prezentate modelele experimentale obtinute prin procedeul de topire turnare. .

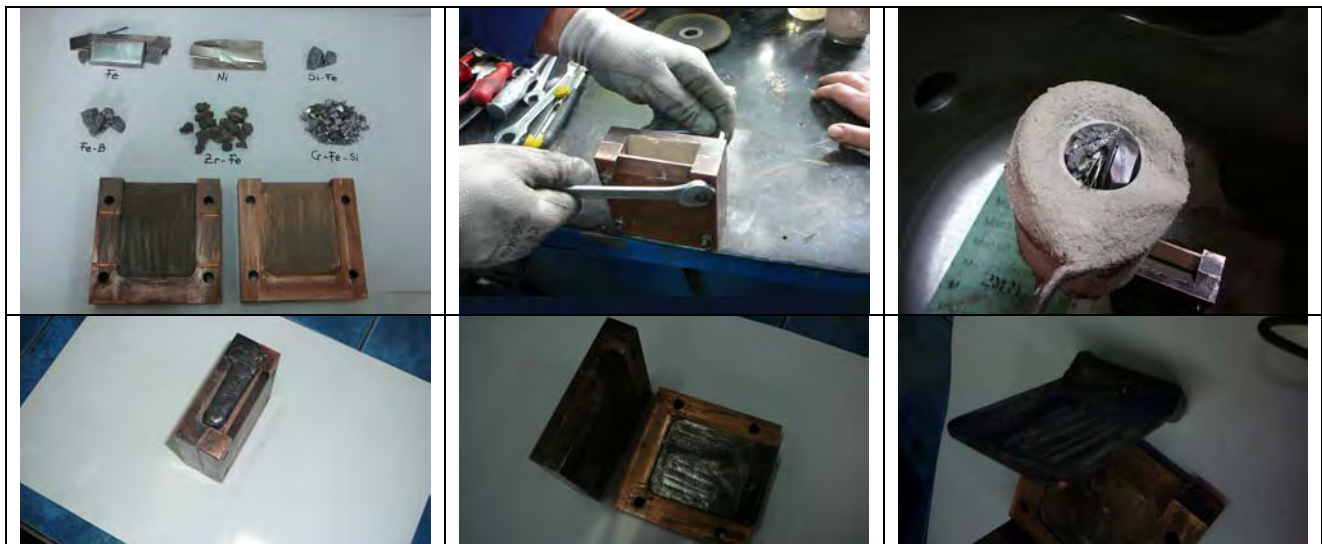


Fig. 2 Imagini din timpul procesului de elaborare a aliajului ultradur de tip AHSS si HEA



Fig. 3 Modele experimentale de aliaj ultradur de tip AHSS si HEA

ME sinterizate au fost obtinute utilizand fluxul tehnologic din figura 4 .

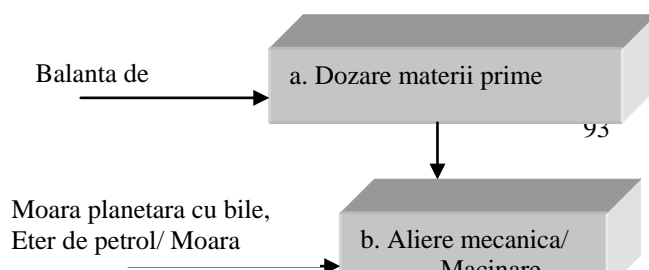


Fig. 4. Fluxul tehnologic utilizat pentru obținerea aliajelor ultradure prin procedeele specifice metalurgiei pulberilor. Elementele constitutive ale amestecului de pulberi au fost cântarite în conformitate cu compoziția chimică utilizând o balanță de precizie de laborator de 220 g cu precizie de măsurare de 0.01 g. Au fost realizate amestecuri de pulberi numai pentru aliajele ultradure de tip HEA. Pentru aliajele ultradure de tip AHSS s-a utilizat pulbere aliată obținută prin macinarea benzilor de aliaj AHSS realizate prin metoda filării topiturii pe tambur de cupru. Cantitatea de șarjă stabilită pentru aliere mecanică a fost de 100 ± 0.1 g/sarja. Cantitatea de sarja stabilită pentru macinare a fost $35-45 \pm 0.1$ g/sarja.

ME obținute sunt prezentate în figura 5



a) Modele Experimentale sinterizate AHSS

b) Modele Experimentale sinterizate HEA

Fig. 5. Modele experimentale de aliaje ultradure de tip AHSS și HEA obținute prin sinterizare în plasma

Faza 2. Tratamente termice aplicate aliajelor ultradure obținute.

Activități derulate

A1. Tratamente termice aplicate aliajelor ultradure de tip AHSS și HEA

A2. Caracterizare materiale elaborate și tratate termic

În funcție de proprietățile de material propuse a se obține, metodele de procesare utilizate la elaborarea aliajelor și pe baza rapoartelor la literatura de specialitate au fost alese tratamentele termice specifice fiecărui tip de aliaj.

Tratamentele termice îndeplinesc două roluri. Primul este de îndepărtare a defectelor de elaborare – tensiuni termice, mecanice, defecte de turnare, segregarea unor elemente, iar cel de al doilea cu rol în finisarea microstructurală controlul formării unor structuri specifice prin dizolvarea unor faze metastabile în matricea metalică și obținerea unor faze stabile termodinamic, controlul nucleerii și creșterii fazelor noi rezultate în urma unor procese de precipitare (cum ar fi compuşii intermetalici).

Tratamente termice aplicate aliajelor ultradure de tip AHSS

Aliajul ultradur de tip AHSS este un aliaj care în forma finală de procesare este proiectat pentru o structură matriceală de tip feritică în care se află fin dispersate precipitate de compuşii intermetalici de tip borură. Pentru a obține o astfel de structură, aliajele ultradure de tip AHSS elaborate prin turnare trebuie supuse unor tratamente termice de omogenizare urmate de răcirii controlate.

În vederea fundamentării temperaturii de tratament termic, au fost realizate analize termice pe un număr de 4 probe utilizând un analizor termic de tip STA 449 F3 Jupiter, Netzsch – prin metoda DSC.

Aparatul lucrează în domeniul de temperatură de la -150 °C...1550 °C, cu atmosferă de lucru inertă, oxidantă, reducătoare, în regim static sau dinamic. Aparatul este prevăzut cu un sistem de vidare ce asigură maxim 10-2 mbar.

Măsurătorile DSC s-au efectuat pe probe masive de forma cilindrică, în următoarele condiții:

- Domeniul de temperatura: 25 – 1400 °C;
- Viteza de încălzire: 10 K/min;
- Atmosfera de lucru: argon;
- Substanța de referință: alumina;

A fost aleasă alumina ca substanță de referință, deoarece are temperatura de topire similară cu cea a aliajelor pe baza de Fe.

Probele au fost cântărite pe o balanță digitală de tip Precisa XT 220 A (Elveția), cu afișaj digital, clasa de precizie 0,1 mg.

În figura 6 se prezintă curbele experimentale DSC obținute pe aliajul ultradur de tip AHSS.

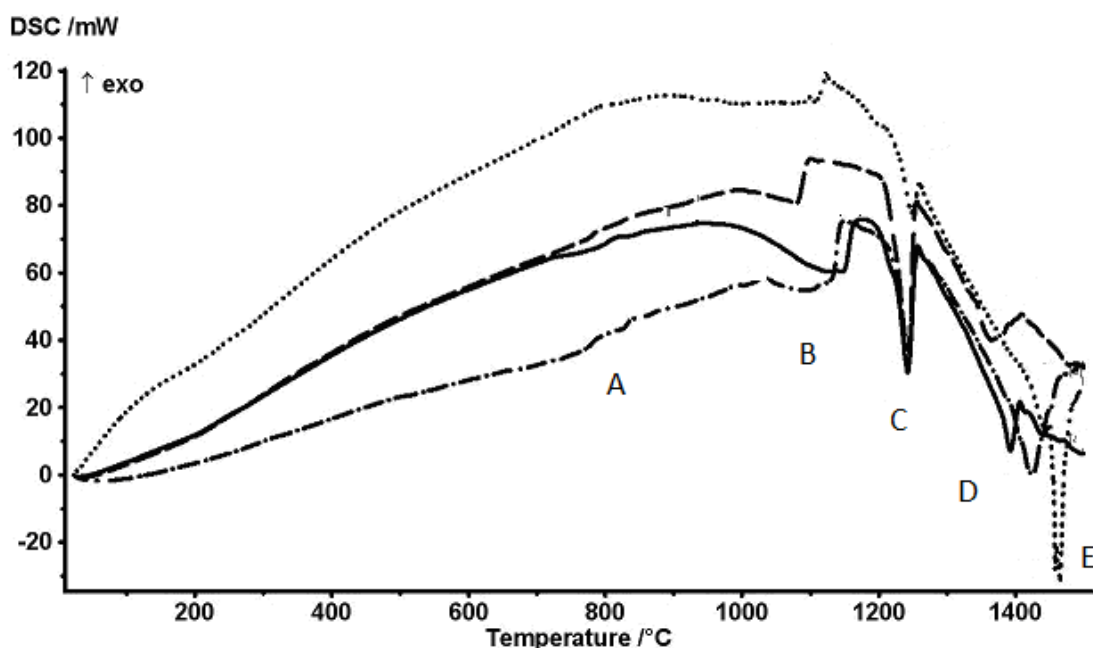


Fig. 6 Curbele experimentale DSC înregistrate pe epruvete din aliaj ultradur de tip AHSS

Temperaturile corespunzătoare punctelor A, B, C, D și E din curba DSC reprezintă transformări de fază de natură endoterma de ordinul 1 descrise după cum urmează:

A – în jurul valorii de 790 °C – temperatura Curie

B – în jurul valorii de 1050 °C reprezintă transformarea α - γ (ferita – austenita)

C – în jurul valorii de 1200 °C reprezintă transformarea γ - α' (austenita – ferita transformată de temperatura mare)

D – în jurul valorii de 1390 °C – reprezintă fie transformarea fazei α' în faza fragilă nedorită δ (ferita transformată de temperatura mare - delta) fie formarea eutecticului ternar Fe-B-Zr

E – temperatura de topire a aliajului în jurul valorii de 1500 °C

Considerând temperaturile de transformare experimentale obținute au fost alese următoarele tipuri de tratamente termice pentru definitivarea microstructurală a aliajelor ultradure de tip AHSS

TT1 – Tratament de omogenizare la 950 °C timp de 1 ora urmată de racire lentă până la temperatura de 750 °C și apoi racire bruscă în apa cu gheață.

TT2 – Tratament de omogenizare la 1100 °C timp de 1 ora urmată de racire lentă până la temperatura de 750 °C și apoi racire bruscă în apa cu gheață.

Racirea lenta de la 1100 °C respectiv 950 °C s-a realizat prin trecerea unui curent de argon cu o presiune < 0,5 barri.

TT3 – Tratament de omogenizare la 1000 °C in vid urmata de racire lenta cu cuptorul.

Temperatura de tratament TT1 este in domeniul de temperaturi corespunzatoare zonei bifazice $\alpha+\gamma$, racirea lenta pana la 750 °C urmarind reducerea intr-o masura cat mai mare a transformarii fazei γ in faza α . Racirea rapida de la 750 °C este destinata obtinerii fazelor dure de tip boruri.

Al doi-lea tip de tratament urmareste aducerea materialului in stare austenitica concomitent cu dizolvarea fazelor metastabile rezultate in urma turnarii in matrita de cupru. Mentinerea la temperatura de 750 °C si racirea rapida ulterioara au urmarit acelasi scop ca si in cazul TT1.

TT3 a urmarit prin racirea lenta de la temperatura de 1000 °C obtinerea de precipitate globulare dure. In figura 7 se prezinta ME de aliaje ultradure de tip AHSS tratate termic

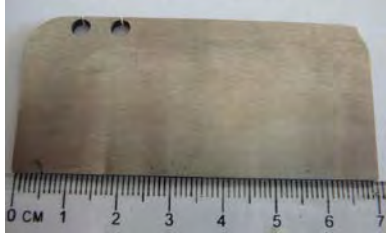
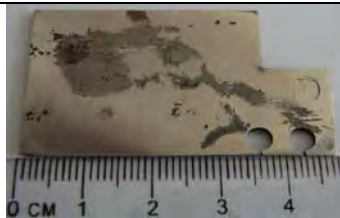
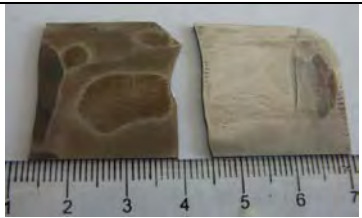
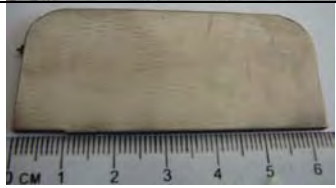

| | | | |
|---|---|--|---|
| 1. AHSS-C1, TT 1100°C/1h, Argon, racire lenta la 750°C apoi racire rapida in apa cu gheata | | 2. AHSS-C2, TT 1100°C/1h, Argon, racire lenta la 750°C apoi racire rapida in apa cu gheata |  |
| 3. AHSS C1, TT 950°C/0.5h, Argon, racire lenta la 750°C apoi racire rapida in apa cu gheata |  | 4. AHSS -C2, TT 950°C/0.5h, Argon, racire lenta la 750°C apoi racire rapida in apa cu gheata |  |
| 5. AHSS2, TT 950°C/0.5h, Argon, racire lenta la 750°C apoi racire rapida in apa cu gheata |  | 6. AHSS sinterizate si Tratate termic in vid la 1000 °C timp de 2 ore, racire cu cuptorul |  |

Fig. 7 ME de aliaje ultradure de tip AHSS tratate termic

Tratamente termice aplicate aliajelor ultradure de tip HEA

Microstructura aliajelor HEA consta din faze de tip solutie solidea aleatorii (de exemplu, fcc, cvc), solutii solide ordonate (de exemplu, B2 si L12) si fazele de tip compusi intermetalici (de exemplu, fazele Laves). S-a considerat ca aliajele de tip HEA constand din mai multe elemente, vor forma structuri complicate si fragile. Contrar acestei asteptari, s-a constatat ca, din cauza entropiei mari de amestecare, aliajele HEA formeaza structuri simple compuse din cateva faze de tip solutie solida sau chiar o singura faza.

Acest lucru este atribuit solubilitatii reciproce mari intre elementele constitutive, care impiedica formarea solutiilor solide terminale si a compusilor intermetalici. In cazul in care legatura dintre anumite elemente este puternica, atunci se pot forma si compusi intermetalici. Chiar si in acest caz, aceste faze includ multe elemente si cu cresterea temperaturii, gradul global de ordine in aliajele HEA scade. Atunci cand un aliaj de tip HEA contine in microstructura si faze ordonate este posibil ca la cresterea temperaturii aceste faze sa se transforme in faze dezordonate. Pe de alta parte, daca entalpia de formare a unui compus intermetalic este mai mare decat entropia de amestecare, atunci acesti compusi intermetalici raman stabili si la temperaturi ridicate.

Transformarile de faza in aliajele de tip HEA se impart in **doua categorii: Transformari de faza datorate nucleerii unei faze noi si cresterii acesteia si transformari continue de faza.**

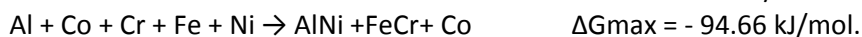
In cazul **transformarilor de faza prin nucleere si crestere**, principalele caracteristici sunt difuzia negativa si formarea interfetelor abrupte intre faze.

Principalele transformari datorate mecanismele de crestere si nucleere sunt: **Precipitarea fazelor noi si transformarea eutectica.**

Precipitarea fazelor noi – Precipitarea fazelor noi constituie principalul mecanism de durificare al aliajelor HEA. Temperatura solvus ridicata a fazei durificatoare care precipita permite stabilitatea ei la temperaturi ridicate si durifica aliajul.

In cazul aliajului HEA - Al-Co-Cr-Fe-Ni pentru a se forma un compus intermetallic din punct de vedere termodinamic trebuie ca:

$$\Delta S_{conf} = 0 \quad \Delta G_{in} = \Delta H_{in}$$



Parametrul termodinamic, $\phi = \Delta G_{ss} / -[\Delta G_{max}]$, are valoarea $\phi = 0.36$, valoare care este < 1 aratand ca formarea unei solutii solide unice nu este posibila.

$$\Delta G_{ss} = \Delta H_{mix} - T\Delta S_{mix} - \text{Energia libera pentru formarea solutiei solide}$$

$$\Delta G_{in} = \Delta H_f - T\Delta S_f - \text{Energia libera pentru formarea compusului intermetallic}$$

In aliajele HEA existenta simultana atat a fazelor de solutie solida dezordonata cat si a fazelor de solutiei solida ordonata au fost raportate frecvent. Datorita nanoprecipitarii, transformarile alotropice sunt extrem de rare.

Transformarea eutectica – In aliajele HEA transformarea eutectica contribuie la cresterea duritatii si ductilitatii stiut fiind ca amestecurile de faze fcc ductila si cvc dura si fragila pot reprezenta un mijloc pentru proiectarea unor aliaje HEA dure si ductile.

Transformarile de faza continue sunt caracterizate de interfata de difuzie dintre 2 faze care isi modifica compozitia gradat si ca aceasta descompunere are loc prin difuzie impotriva gradientului de concentratie. Transformarile de faza continue sunt **transformarile ordine-dezordine si descompunerea spinodala**. In aliajele HEA cele doua tipuri de transformari continue au loc simultan ceea ce din punct de vedere termodinamic nu este posibil si s-a explica prin diferenta intre dimensiunea atomica a elementelor constitutive si de interactiunile elastice mari dintre atomi.

Spre deosebire de nucleere si crestere cand embrionii de faza noua nucleeeaza pe anumite locuri preferate ale retelei cristaline cum ar fi limitele de graunte sau incluziunile numai atunci cand au atins dimensiunea critica pentru a fi stabili termodinamic, separarea de faza prin descompunere spinodala este uniforma in toata microstructura deoarece in interiorul zonei de descompunere spinodala nu exista bariere termodinamice cu exceptia difuziei care sa se opuna formarii embrionilor de faza noua.

Complexitatea compozitionala a aliajelor de tip HEA poate creste severitatea defectelor de turnare deoarece ele contin elemente cu temperaturi de topire semnificativ diferite care face ca domeniul de temperaturi in care materialul solidifica sa fie mare, permitandu-se astfel segregarea elementelor constitutive ale aliajului. De asemenea transportul de masa prin difuzie este ingreunat in timpul solidificarii datorita existentei mai multor tipuri de atomi care se deplaseaza pe distante mai mari decat distantele interatomice diferite (in functie de coeficientul partial de difuzie) contribuind la obtinerea unor structuri de turnare in afara de echilibru cu retele cristaline puternic tensionate la nivel atomic care se adauga la tensiunile reziduale microscopice si macroscopice rezultate la turnare. Uzual, aceste defecte pot fi indepartate prin tratamente termice de omogenizare. Tratamentul de omogenizare poate produce de asemenea microstructuri apropiate de structura de echilibru prin dizolvarea fazelor metastabile care se obtin in timpul racirii rapide sau prin mentinerea la temperaturi ridicate pentru a permite transformarea fazelor metastabile in faze stabile. Tratamentul termic de omogenizare reduce de asemenea tensiunile reziduale localizate atat la nivel macroscopic cat si la nivel microscopic. In cazul aliajelor de tip HEA literatura de specialitate [X], previzioneaza pentru aliajele care contin adaosuri de elemente ce pot da nastere la faze secundare (Al, Si, Ti, B, C, N, O) posibilitatea aplicarii tratamentelor termice de durificare a solutiei solide, tratament care este mult mai efectiv decat in cazul aliajelor clasice. In mecanismele de durificare prin precipitare a solutiei solide tratamentele termice urmaresc **in prima etapa, punerea in solutie a fazei durificatoare** la temperaturi ridicate (de obicei mai mari decat temperatura la care aceste aliaje sunt utilizate). Aceasta temperatura este diferita in functie de compozitia chimica a aliajului. De exemplu, in cazul otelurilor perlitice temperatura de tratament este temperatura la care se formeaza eutectoidul, (A_1), in superaliajele cu baza Ni este temperatura solvus pentru formarea fazei γ' (Ni_3Al) iar in aliajele cu baza Al, temperatura solvus de formare a compusului Al_2Cu . Racirea de la temperatura de punere in solutie este de obicei rapida pentru pastrarea fazei durificatoare in matricea metalica. **In a doua etapa, precipitarea**

fazei durificatoare are loc prin tratamente termice de imbatranire. Pentru a obtine un material cu o rezistenta mare trebuie ca tratamentul termic de imbatranire sa duca la formarea unor precipitate durificatoare coerente cu matricea de solutie solida, adica cele doua faze (matricea si precipitatul) sa aiba aceeasi structura cristalina de baza. Exista si exceptii cum ar fi otelurile bifazice ferito-perlitice in care structura cristalina cvc a solutiei solide feritice (α Fe) difera de cea a precipitatului cu structura ortorombica Fe_3C din perlita.

In cazul aliajului ultradur HEA s-a aplicat un tratament termic de omogenizare la $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ timp de 2 ore in vid, urmat de racire lenta cu cuptorul.

In fig 8 se prezinta ME de aliaje ultradure de tip HEA tratate termic.

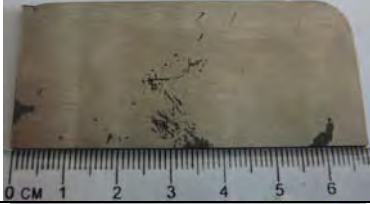


| | | | |
|---|--|---|--|
| 1.HEA 2, TT $1000^{\circ}\text{C}/2\text{h}$, Argon, racire cu cuptorul in vid | |  | |
| 2. HEA 3, TT $1000^{\circ}\text{C}/2\text{h}$, Argon, racire cu cuptorul in vid | |  | |
| 3 Aliaje HEA obtinute prin sinterizare si tratate termic in vid la 1000°C , 2 ore, racire cu cuptorul | |  | |

Fig.8 ME de aliaje ultradure de tip HEA tratate termic

PN1611 0205-Filtre pe baza de micro/nanofibre polimerice obtinute prin electrofilare

Faza 1: Identificarea configurației stratului micro/nanofibros în funcție de aplicație (filtrarea aerului/apei). Dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri. Modelarea câmpului electric.

Cercetările din cadrul acestei faze includ următoarele:

1. Realizarea unui studiu documentar privind utilizarea micro/nanofibrelor polimerice obținute prin electrofilare în aplicațiile de filtrare a aerului sau soluțiilor, mecanismele de filtrare, caracteristicile materialelor filtrante, precum și identificarea unei configurații pentru un filtru pe bază de micro/nanofibre polimerice cu aplicații în filtrarea aerului sau a soluțiilor.
2. Au fost dezvoltate straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri (PS, EPS, PVC și PMMA).
3. Realizarea modelării câmpului electric.

Astfel, în primul capitol a fost realizat un studiu documentar ce a urmărit identificarea stratului micro/nanofibros în funcție de aplicație (filtrarea aerului/apei), investigarea posibilităților de utilizare a structurilor nanofibroase polimerice obținute prin electrofilare ca medii de filtrare a aerului sau soluțiilor, mecanisme de filtrare, caracteristici ale materialelor de filtrare, precum și configurația unui filtru pe bază de structuri nanofibroase polimerice cu aplicații în filtrarea aerului sau a soluțiilor.

Datorită structurii porilor, similară textilelor, structurile nanofibroase polimerice obținute prin electrofilare pot fi utilizate în separarea efectivă a particulelor din aer sau soluții prin diferite mecanisme. Geometria porilor, ce determină o porozitate deschisă, permite trecerea unor debite mari de fluide și, prin urmare, utilizarea acestor tipuri de materiale oferă diverse mijloace de a îmbunătăți performanța de separare a filtrelor clasice, comerciale. Mecanismul de îndepărtare a particulelor, utilizând filtre din micro/nanofibre, se bazează pe: captarea particulelor mari care sunt blocate pe suprafața filtrului datorită efectului de cernere, în timp ce particulele mai mici decât porii de suprafață pătrund în filtru, fiind colectate prin fibre.

Eficiența de filtrare este dependentă de structura fizică a nanofibrelor (grosimea, dimensiunea porilor, porozitatea pe suprafață, diametrul fibrelor, etc.), proprietățile electronice și chimice la suprafața fibrelor. De asemenea, eficiența mediului de filtrare este evaluată prin căderea de presiune și rezistența la flux.

Pe baza datelor de literatură, a fost propusă o configurație pentru realizarea unui filtru pe bază de micro/nanofibre polimerice obținute prin electrofilare, constând dintr-o structură compozită cu un strat de țesătură convențională ca substrat de suport și o membrană polimerică din micro/nanofibre electrofilate. În funcție de funcționalizarea nanofibrelor polimerice, acestea pot îndepărta anumiți compuși din soluții sau din aer.

În capitolul 2 sunt tratate aspecte referitoare la dezvoltarea straturilor micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri.

Astfel, au fost stabiliți polimerii utilizați în procesul de electrofilare pentru obținerea de straturi polimerice micro/nanofibroase: PS, EPS, PVC și PMMA.

Au fost caracterizate soluțiile polimerice din EPS și PS din punct de vedere reologic și al conductivității electrice. Au fost caracterizați prin spectroscopie IR polimerii EPS și PS pentru a determina diferențele compoziționale dintre polimerul pur și cel expandat.

S-au stabilit parametrii procesului de electrofilare pentru obținerea de straturi polimerice micro/nanofibroase depuse pe folie de aluminiu utilizând soluții polimerice de PS, EPS, PVC și PMMA.

Prin varierea concentrațiilor soluțiilor polimerice și a parametrilor procesului de electrofilare au fost realizate un număr de 30 straturi din micro/nanofibre electrofilate din soluții polimerice de PS, EPS, PVC și PMMA.

În capitolul 3 s-a realizat modelarea câmpului electric. A fost definit modelul matematic care a fost utilizat la simularea câmpului electric. Modelul matematic prezentat a fost analizat în mediul de calcul COMSOL Multiphysics 5.0. Acesta utilizează pentru rezolvare metoda elementelor finite. Din rezultatele obținute în urma simulării se observă că valoarea câmpului electric crește odată cu creșterea tensiunii electrice aplicate și descrește cu distanța dintre ac și placa colectoare de cupru.

Faza 2: Caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate

Cercetările din cadrul acestei faze includ următoarele:

1. Dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate din polistiren expandat
2. Caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate

În această etapă au fost tratate aspecte referitoare la dezvoltarea straturilor micro/nanofibroase electrofilate utilizând polistiren expandat și polistiren expandat aditivat cu ciclodextrină. Au fost stabiliți parametrii procesului de electrofilare pentru obținerea de straturi polimerice micro/nanofibroase, utilizând concentrații ale EPS de 10, 15 și 20%, tensiuni aplicate de 12, 15 și 18 kV și debite de alimentare de 1,5 și 2 ml/h. De asemenea, au fost realizate straturi din EPS aditivat cu 1, 2, 3, 4 și 5% β -ciclodextrină. Au fost realizate 32 de straturi de micro/nanofibre polimerice electrofilate din EPS și EPS cu β -ciclodextrină: 18 din EPS pe substrat folie de aluminiu au fost realizate în etapa anterioară a proiectului, 10 din EPS aditate cu β -ciclodextrină și 4 din EPS pe substrat textil tefon au fost realizate în etapa curentă.

S-a realizat caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate prin: microscopie electronică de baleiaj (SEM), determinarea unghiului de contact, determinarea rezistenței la rupere prin întindere, spectroscopie FTIR, testarea calitativă a absorbției fenoltaleinei pe straturile polimerice din polistiren expandat aditivat cu β -ciclodextrină.

În urma caracterizării prin microscopie electronică de baleiaj (SEM) s-a constatat că morfologia micro/nanofibrelor este influențată de parametrii procesului de electrofilare (concentrația soluției de polimer, debit, tensiune). Creșterea concentrației de EPS în soluție de la 10% la 20% conduce la nanofibre uniforme, fără defecte. Se constată și creșterea diametrului mediu al fibrelor electrofilate de la 300 nm, la o concentrație de 10 % EPS, la 900 nm, la o concentrație de 20% EPS. De asemenea, creșterea debitului de alimentare a soluției polimerice de la 1,5 la 2 ml/h conduce la creșterea diametrului mediu al fibrelor electrofilate cu aproximativ 50-100 nm, iar creșterea tensiunii aplicate de la 12 la 18 kV determină creșterea diametrului mediu al fibrelor electrofilate. Adăugarea de ciclodextrină conduce la o creștere a diametrului fibrelor până la o valoare de 2800 nm (2,8 μ m). La o tensiune aplicată constantă de 18 kV, atât creșterea debitului de alimentare, cât și creșterea concentrației de ciclodextrină determină creșterea diametrului fibrelor electrofilate.

Determinarea unghiului de contact al straturilor polimerice de nanofibre din EPS și EPS cu ciclodextrină cu apa s-a realizat în vederea determinării caracterului hidrofil sau hidrofob al acestora. Membranele obținute din polimer EPS prezintă un comportament hidrofob, unghiul de contact având valori de cca 125-133° pentru toate concentrațiile de polimer utilizate. Membranele obținute din polimer EPS aditivat cu β -ciclodextrină prezintă un comportament hidrofob, unghiul de contact având valori de cca 117-128° pentru toate concentrațiile de ciclodextrină utilizate, observându-se o ușoară scădere a valorii acestuia față de membranele polimerice obținute din EPS neaditivat.

Modelele experimentale de straturi polimerice de EPS depuse pe substrat textil tifon au fost supuse 0

PN1611 0206-Magneti Permanenti cu anizotropie de forma, realizati din micro/nanofire.

Faza1:Modelari ale proprietatilor magnetice ale micro/nano firelor feromagnetice. Realizare de microfibre/nanofire feromagnetice. In cadrul etapei intai s-au urmarit realizarea celor trei obiective:

- Modelarea proprietatilor magnetice ale micro-nanofirelor feromagnetice
- Obtinerea de modele experimentale de microfibre feromagnetice
- Realizarea unei instalatii pentru obtinerea de nanofire feromagnetice

In cadrul activitatilor desfasurate au fost realizate modelari pentru micro-nanofire feromagnetice. Acestea au relevat ca elementul finit micromagnetic poate fi un instrument foarte precis pentru a analiza comportamentele magnetice. Acesta poate fi utilizat pentru a investiga fenomenul multi-domeniu în nano-dispozitive și determinarea proprietăților magnetice ale suportului de înregistrare, cum ar fi modurile de inversare, timpul de comutare și câmpul de comutare, în special atunci când mărimea graunților și numărul de graunți pe bit se apropie de limitele fizice. Cu toate acestea, cererea pentru calculul extensiv a fost, în general limitata datorita timpul extrem de mare pentru realizarea unei modelari (cateva luni). Descoperirile recente in calcul si tehnici numerice, cum ar fi calculul de cluster și FFTM, dețin o posibilitate interesantă pentru micromagneticele FE în tratarea problemelor fizice practice cu cerinte satisfăcătoare de viteză și memorie.

-Prin modelarile realizate cu ajutorul COMSOL s-au aratat diferentele care apar odata cu scaderea diametrului microfibrului.; asa cum se observa in tabelul 1.1 permeabilitatea creste cu un ordin de marime.

-Au fost realizate 2 modele experimentale prezentate in tabelul 2.1 de microfibre ce urmeaza sa fie utilizate in etapele urmatoare pentru a realiza nanofirele feromagnetice, respectiv modelele experimentale de materiale magnetice bazate pe nanofire.

-A fost realizata o instalatie de obtinere a nanofirelor feromagnetice pentru care se va folosi in etapele urmatoare ca precursor microfibrele feromagnetice obtinute in aceasta etapa.

Cercetările experimentale din cadrul etapei a doua a proiectului PN 16 11 02 06, au vizat caracterizarea complexa a microfibrelelor si a nanofirelor feromagnetice, utilizate pentru dezvoltarea de noi materiale magnetic dure, pe baza unor materii prime ieftine si care sa nu fie in lista materialelor nedeficitare. Experimentările au avut în vedere realizarea si caracterizarea unor esantioane de tip manunchi de microfibre, care au fost incapsulate in sticla si care au fost supuse alungirii utilizand dispozitivul construit in acest sens.

În cadrul activitatilor desfasurate au fost realizate modelari pentru micro-nanofire feromagnetice. Acestea au relevat ca elementul finit micromagnetic poate fi un instrument foarte precis pentru a analiza comportamentele magnetice. Acesta poate fi utilizat pentru a investiga fenomenul multi-domeniu în nano-dispozitive și determinarea proprietăților magnetice ale suportului de înregistrare, cum ar fi modurile de inversare, timpul de comutare și câmpul de comutare, în special atunci când mărimea graunților și numărul de graunți pe bit se apropie de limitele fizice.

Prin modelarile realizate cu ajutorul FEMM s-au aratat diferentele care apar odata cu scaderea diametrului microfibrului

PN1611 0207-Cercetari privind materialele feroice/multiferoice pentru dezvoltare de noi aplicatii

1. Se va face pe etape astfel

Faza 1/2016. Experimentari de obtinere a materialelor feroice/multiferoice si caracterizarea dielectrica

Faza: 2/2016: „Caracterizarea materialelor feroice/ multiferoice (structural, dielectric, feroelectric cat si feromagnetic (XRD, TEM, SEM, etc))”

In prima etapa s-au efectuat experimentari de obtinere de solutii solide $(1-x)BiFeO_3-xBaTiO_3$ cu $x=0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$, prin metoda de reactie in stare solida in doua etape (pre-sinterizare si sinterizare in aer, urmata de o racire lenta). S-au utilizat oxizi de inalta puritate (peste 99%): Bi_2O_3 (Alfa Aesar), Fe_2O_3 (Merck), BaO (Merck) si TiO_2 (Aldrich), conform reactiei: $(Bi_2O_3)_{(1-x)/2} + (Fe_2O_3)_{(1-x)/2} + (BaCO_3)_x + (TiO_2)_x \rightarrow (BiFeO_3)_{(1-x)} + (BaTiO_3)_x + (CO_2)_x$. Rezultatele cu tipurile de materiale experimentate sunt prezentate in tabelul 1:

Tabel 1. Tipurile de materiale experimentate si caracteristicile fizice ale acestora.

| Proba | Dens | De | A | Po | Obs. |
|-------|------|----|---|----|------|
|-------|------|----|---|----|------|

| | itate [g/cm ³] | crud nsitate pe ars [g/cm ³] | bs [%] | rozitate [%] |
|--|-------------------------------|--|--------|--------------------------|
| 08BiFeO ₃ - 02BaTiO ₃ | 32 | 5.23 | 6.8 | 0 |
| 07BiFeO ₃ - 03BaTiO ₃ | 54 | 4.02 | 7.0 | 0 |
| 06BiFeO ₃ - 04BaTiO ₃ | 13 | 3.90 | 6.4 | 1. |
| 05BiFeO ₃ - 05BaTiO ₃ | 18 | 3.95 | 4.9 | 4 |
| 04BiFeO ₃ - 06BaTiO ₃ | 47 | 4.07 | 4.7 | 5 |
| | | | | 26 (poroase) |
| | | | | 30 Poroase (fisurate) |

Probele au fost caracterizate din punct de vedere electric si dielectric. S-a masurat rezistivitatea electrica la temperatura ambianta si s-a constatat ca valoarea rezistivitatii electrice creste cu cresterea concentratiei de BT. Altfel spus, conductivitatea electrica a materialului descreste cu cresterea concentratiei de BT (fig. 1).

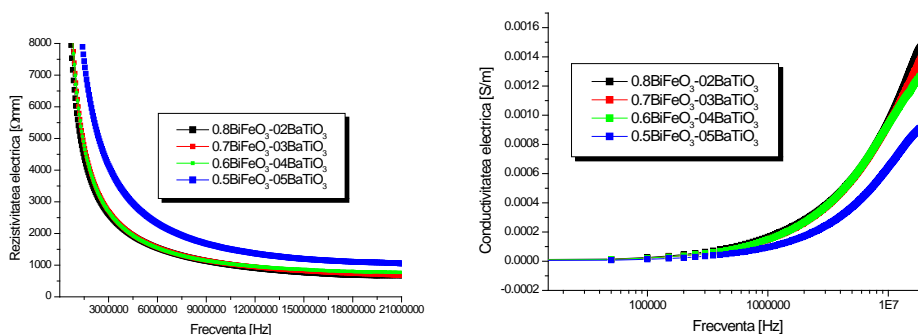
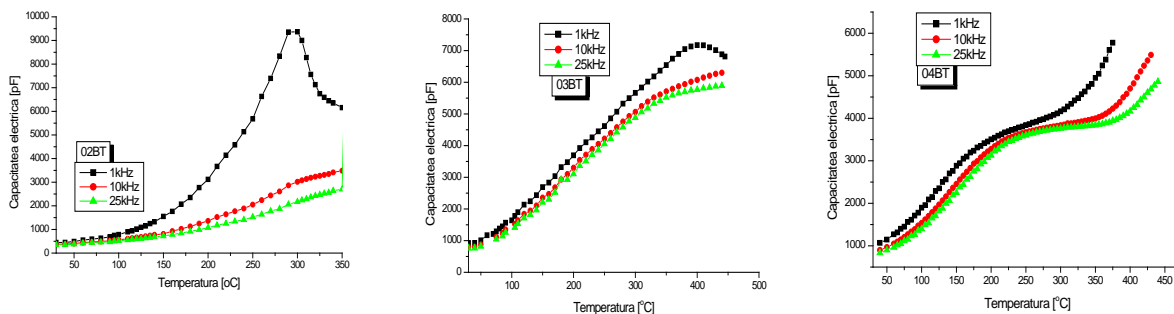


Fig. 1. Variatia rezistivitatii respectiv a conductivitatii electrice cu frecventa pentru sistemul $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$.

In concluzie, prin incorporarea de BaTiO₃ in compozitia de BiFeO₃, se substituie Fe³⁺ cu Ti⁴⁺ si se reduc scurgerile de curent, avand ca rezultat imbunatatirea proprietatilor electrice, respectiv cresterea rezistivitatii electrice, prin cresterea concentratiei de ioni de Ti⁴⁺.

Din variatia capacitatii electrice cu frecventa observam ca la frecventa de 1kHz pentru toate compozitiile obtinem un maxim la anumite temperaturi (fig. 2). Daca pentru compozitia cu 0.2BT, picul obtinut este mai ascutit, pentru celelalte frecvente acest pic este mai difuz.

De asemenea pentru compozitia cu 0.2BT avem un maxim la temperatura de 300 °C, ceea ce demonstreaza caracterul ferroelectric, dar la celelalte compozitii acest caracter se diminueaza pentru a se obtine un comportament mai apropiat de relaxor. Faptul ca aceasta valoare nu descreste pentru a avea o schimbare de faza, conform literaturii, s-ar parea ca exista o alterare a proprietatilor magnetice in special la aceste temperaturi considerate de literatura a fi temperatura Neel.



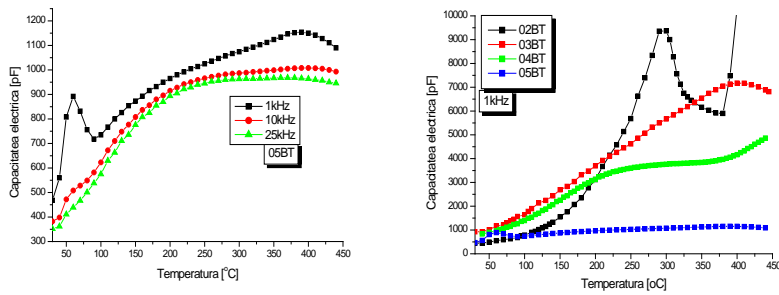


Fig. 2. Variatia capacitatii electrice cu temperatura la frecventa data de 1kHz, 10kHz, 25kHz.

Dependenta de frecventa a permitivitatii dielectrice si pierderile dielectrice ($\text{tg } \delta$) pentru $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ ($x = 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$) la temperatura ambianta in domeniul de frecventa 40Hz - 30MHz este prezentata in fig. 3. Este evident ca atat permitivitatea dielectrica relativa/reala cat si pierderile dielectrice descresc cu cresterea frecventei. In domeniul frecventelor joase, atat permitivitatea dielectrica relativa/reala cat si pierderile dielectrice au valori mari. Acest lucru se poate explica cu ajutorul teoriei de relaxare dipolara, care datoreaza fenomenul, incapacitatii dipolilor electrici de a se orienta odata cu frecventa campului electric aplicat. Toate probele arata o dispersie a permitivitatii dielectrice in frecventa joasa, unde permitivitatea dielectrica prezinta valori mari, atribuita polarizarii de sarcina spatiala/interfaciala.

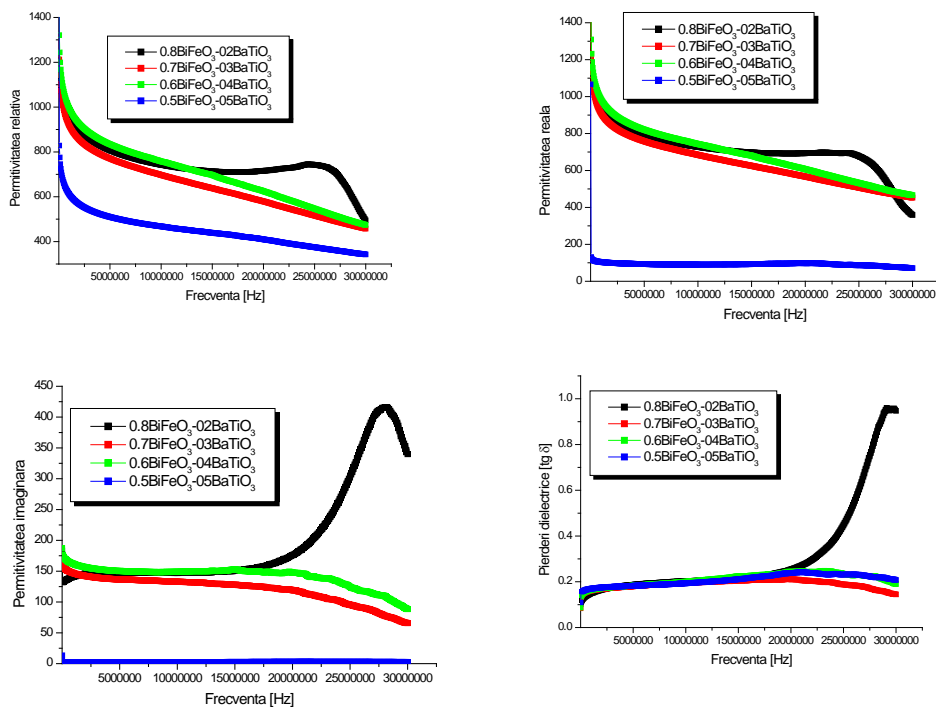


Fig. 3. Variatia permitivitatii si a pierderilor dielectrice cu frecventa.

Fig. 4. prezinta dependenta de temperatura a permitivitatii relative dielectrice. Probele prezinta o anomalie a constantei dielectrice, indicand un cuplaj magnetic in aceste sisteme.

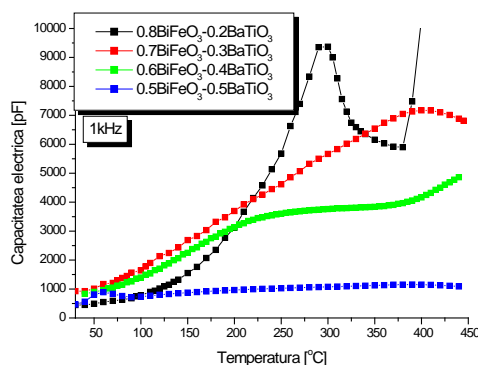


Fig. 4. Variatia permitivitatii dielectrice cu temperatura.

Faza 2:Caracterizarea materialelor feroice/ multiferoice (structural, dielectric feroelectric cat si feromagnetic (XRD, TEM, SEM, etc). In a doua etapa au fost caracterizate compozitiile obtinute prin XRD, SEM, feroelectric si feromagnetic.

Difractiile de raze X rezultate din analiza probelor $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ cu $x = 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$, obtinute in diferite conditii de sinterizare, realizate in faza anterioara, sunt prezentate in fig. 5.

Pentru calculul structurii si a parametrilor s-a folosit metoda Rietveld, prin utilizarea softului specializat TOPAS si baza de date FindIt. Aceasta metoda foloseste functii analitice si algoritmi pentru a fita un spectru masurat si totodata folosind un spectru teoretic. Analiza Rietveld ofera informatii despre parametri de celula, pozitiile atomilor, cristalinitate, factori de structura, dimensiune de cristalit. Parametrii de retea au fost calculati pe baza datelor BiFeO_3 (Romboedral, R3c) conform literaturii publicate de Kubel si Schmid. Formulele utilizate de softul mentionat pentru calcul sunt:

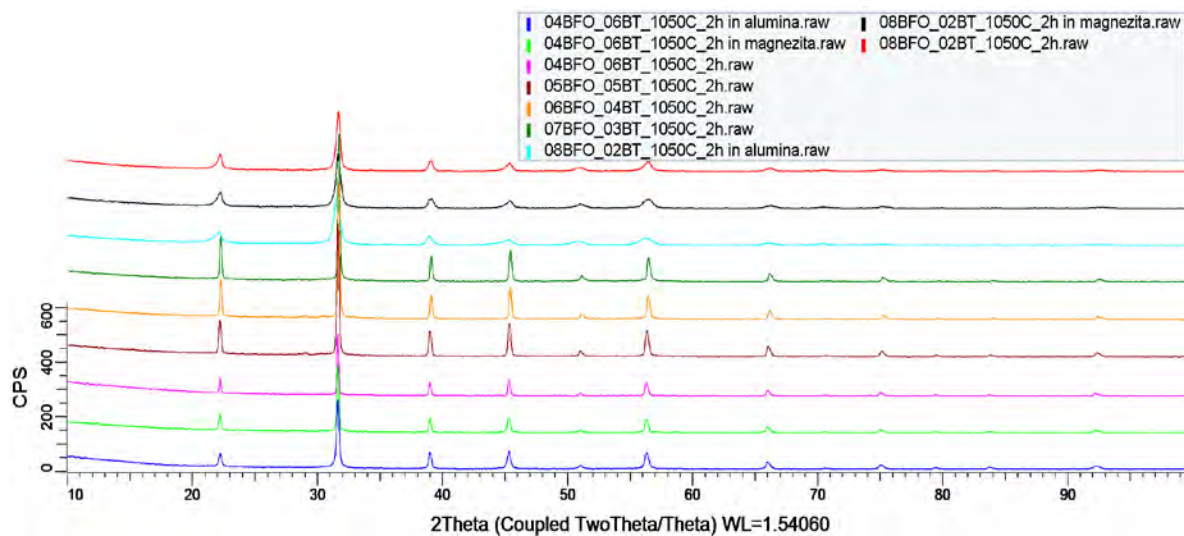


Fig. 5. Difractograme de raze X realizate pe probele $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ obtinute in diferite conditii. $X=0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$.

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{(h^2 + k^2 + l^2)\sin^2 \alpha + 2(hk + kh + hl)(\cos^2 \alpha - \cos \alpha)}{a^2(1 - 3\cos^2 \alpha + 2\cos^3 \alpha)} \quad \text{pentru romboedral}$$

si

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2} \quad \text{pentru cubic.}$$

Rezultatele obtinute pentru calculul structurii si parametrilor prin metoda Rietveld pentru compozitiile $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ pentru $x = 0.3; 0.4; 0.5$ la temperatura de sinterizare 1050°C sunt prezentate in tabelul 2.

Tabel 2. Rezultate obtinute pentru calculul structurii si parametrilor prin metoda Rietveld pentru compozitiile (1-x)BiFeO₃-xBaTiO₃ pentru x = 0.3; 0.4; 0.5 la temperatura de sinterizare 1050°C.

| Compozitie | Structura asociata | Grup Spatial | Parametrii de celula [Å] | | Dimensiune medie de cristalit D(hkl) [Å] | Volum (Å) ³ | Densitate a de retea (g/cm ³) |
|---|--------------------|--------------|--------------------------|--------|--|------------------------|---|
| | | | a=b | c | | | |
| 0.8BiFeO ₃ -0.2BaTiO ₃ -1050°C-2h | Romboedric | R3c (161) | 5.638 | 13.916 | 31.2 | 383.175 | 8.134 |
| 0.7BiFeO ₃ -0.3BaTiO ₃ -1050°C-2h | Romboedric | R3c (161) | 5.643 | 13.828 | 90.1 | 381.437 | 8.171 |
| 0.6BiFeO ₃ -0.4BaTiO ₃ -1050°C-2h | Romboedric | R3c (161) | 5.648 | 13.837 | 88.6 | 382.326 | 8.152 |
| 0.5BiFeO ₃ -0.5BaTiO ₃ -1050°C-2h | cubic | P3mP | 3.995 | 3.995 | 89.7 | 63.779 | 6.072 |
| 0.4BiFeO ₃ -0.6BaTiO ₃ -1050°C-2h | cubic | P3mP | 4.001 | 4.001 | 146.3 | 64.052 | 6.046 |

Rezultatele date de literatura pentru 0.7BiFeO₃-0.3BaTiO₃ sunt a = b = 5.6370, c = 13.7996, grup spatial R3c cu un volum de 438.49 .

Dupa cum se poate observa din tabelul 3, parametrii de retea pentru compozitia 0.5BiFeO₃-0.5BaTiO₃ sunt a = b = c = 3.995 Å, ceea ce demonstreaza o structura cubica. Pentru compozitia 0.7BiFeO₃-0.3BaTiO₃-1050°C-2h s-a obtinut parametrii a = b = 5.643 si c = 13.837 ceea ce demonstreaza o structura romboedrala, ceea ce este in conformitate cu o parte a literaturii. Spunem aceasta deoarece chiar si in literatura rezultatele sunt diferite. Astfel, Kumar et al. [2] raporteaza structura romboedrala pentru x =0.3 (temperatura de sinterizare 940°C), Buscaglia et al. raporteaza structura cubica pentru acelasi x =0.3 (temperatura de sinterizare 800°C), iar Ianculescu et al. raporteaza structura cubica la x=0.3 (temperatura de sinterizare 800°C) si Yoneda et al [6] raporteaza structura romboedrala pentru x= 0.25 si cubica pentru x= 0.4. Factorii care intervin in modificarea acestor parametrii sunt pe de o parte evaporarea bismutului precum si aparitia unor oxizi ai bismutului polimorfi metastabili. Evaporarea bismutului este dependenta de temperatura de sinterizare, timpul de sinterizare si de asemenea compactarea probelor inainte de calcinare. Este clar ca procesul complet de formare al compusilor cu continut inalt de bismut nu este in totalitate cunoscut si ca influenta factorilor de sinterizare trebuie investigat in continuare.

Pentru compozitia 0.6BiFeO₃-0.4BaTiO₃ rezultatele nu corespund literaturii, obtinand compozitie romboedrala, pe cand in literatura se specifica ca este cubica.

In concluzie putem spune ca parametru de retea "a" creste in structura romboedrala pana la x = 0.4 mol % BaTiO₃ si descreste apoi usor in faza cubica fig. 6.

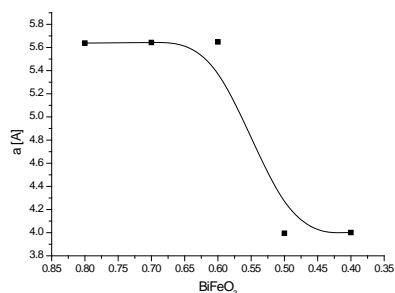


Fig. 6. Reprezentarea grafica a variatiei parametrului de retea "a" in fazele cristaline.

Dimensiunea de cristalit (d_{hkl}) a fost identificata in faza cristalina utilizand formula Scherer :

$$D_{hkl} = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

unde β ($=B - b$) este FWHM (full width at half maximum); B este latimea picului; b este latime instrumentala; k este factor de forma ($= 0.9$); θ este unghiul Bragg si λ este lungimea de unda a $\text{CuK}\alpha$ (1.5405\AA). Latimea β poate fi uneori mai mare datorita efectului de dimensiune de particula. Variatia dimensiunii de cristalit in functie de continutul de BaTiO_3 este prezentata in fig. 7.

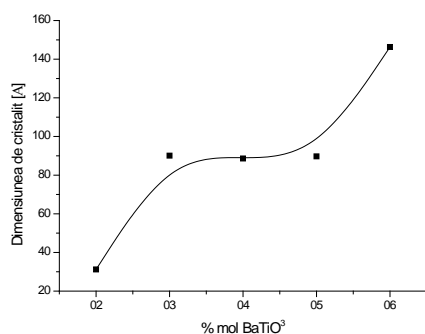


Fig. 7. Variatia dimensiunii de cristalit cu cresterea continutului de BaTiO_3 .

Dimensiunea de cristalit descreste pentru $x < 0.3$ si creste cu cresterea valorii lui x . Aceasta variatie a dimensiunii de cristalit cu BaTiO_3 este atribuita schimbarii parametrului de retea.

Imaginile SEM au fost obtinute cu ajutorul microscopului electronic cu baleiaj : Workstation Auriga produs de Carl Zeiss, Germania. Coloana SEM de tip Gemini este adaptata pentru studiul probelor solide conductoare si neconductoare la tensiuni de accelerare mici in special a probelor magnetice. Microscopul cu scanare de electroni (SEM) se bazeaza pe aceleasi principii ca si microscopul optic, cu deosebirea ca sursa de lumina este cazul SEM-ului este un fascicul de electroni, iar lentilele sunt electromagnetice, nu optice. Fasciculul de electroni primari are o energie cuprinsa intre cateva sute de eV si 50keV, si are o traiectorie verticala prin coloana principala a microscopului. El trece prin sistemul de lentile care-l focalizeaza si concentreaza pe suprafata probei pana la sectiuni de ordinul 1-5nm in diametru. Lungimile de unda mult mai mici asociate electronilor din fascicol permit formarea unor imagini cu o rezolutie de 1000 de ori mai mare decat in cazul microscopului optic. Astfel, SEM-ul permite studiul in profunzime al probei de analizat si poate produce o imagine cu o buna rezolutie.

Pentru observarea modificarilor structurii BiFeO_3 , s-a pornit de la o microscopie SEM (fig. 4) din literatura a BiFeO_3 obtinuta prin metoda starii solide.

Microscopiile obtinute in cadrul prezentei faze sunt prezentate in fig. 8 – 13.

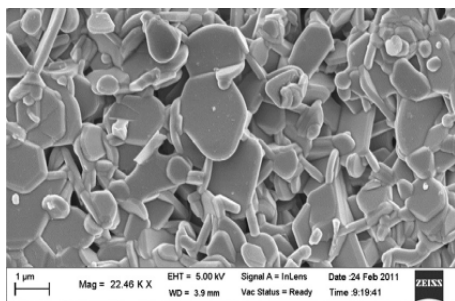


Fig. 8. Imaginea FE-SEM a BiFeO_3 preparata prin metoda starii solide [10,11].

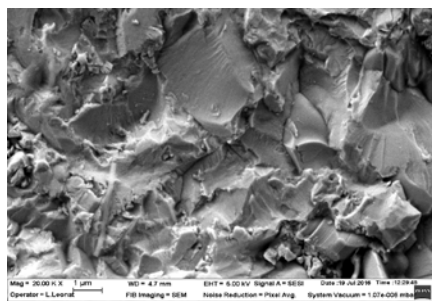


Fig. 9. Imaginea SEM a $0.8\text{BiFeO}_3 - 0.2\text{BaTiO}_3$.

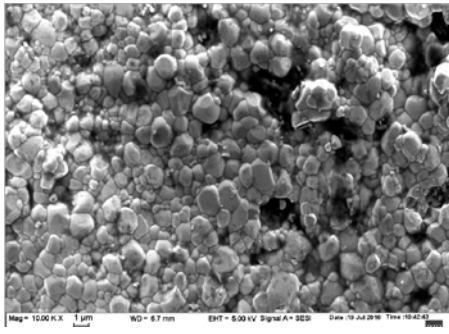


Fig. 10. Imaginea SEM a $0.7\text{BiFeO}_3 - 0.3\text{BaTiO}_3$ realizata in laborator, sinterizata la 1050°C pentru 2 ore.



Fig. 11. Imaginea SEM pentru $0.6\text{BiFeO}_3 - 0.4\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C pentru 2 ore.

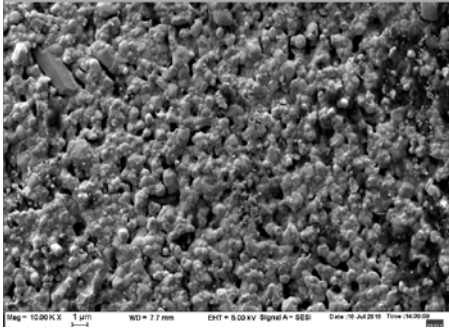


Fig. 12. Imaginea SEM pentru $0.5\text{BiFeO}_3 - 0.5\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C pentru 2 ore.

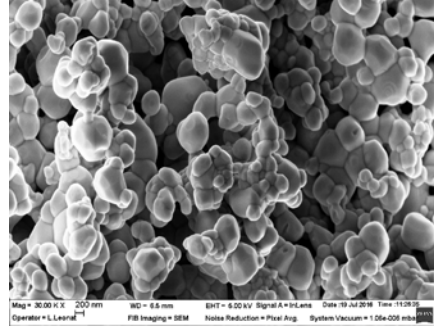


Fig. 13. Imaginea SEM pentru $0.4\text{BiFeO}_3 - 0.6\text{BaTiO}_3$ sinterizate la 1050°C pentru 2 ore.

Din aceste imagini se observa ca probele sunt densificate, relativ omogene, cu granule mari si aspectul granulelor este asemantor cu cel al BiFeO_3 , romboedrale.

Dupa cum se poate observa din figurile prezentate, prin adaugarea a 0.3BaTiO_3 , in BiFeO_3 , cristalele sunt predominant romboedrale (conform calculelor de raze X), exista o trecere de la forma granulelor asemantore BiFeO_3 la forma granulelor BaTiO_3 , dar ele coexista totusi.

Microscopia electronica prin transmisie nu a putut fi aplicata deoarece conform principiului de functionare al acestuia, pentru ca fasciculul de electroni sa poata strabate proba, este necesar ca aceasta sa fie foarte subtire si sa aibe dimensiunea de granule cuprinsa intre 10nm si 100nm . Pentru probe cu dimensiuni de granule mai mari de 100nm , tehnica TEM nu este utila si atunci sunt necesare alte tehnici de caracterizare.

Masuratorile privind proprietatile magnetice asupra probelor de $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ au fost realizate cu ajutorul echipamentului de Vibrating Sample Magnetometer (VSM) 7300 (Lake Shore Cryotronics Inc), care poate efectua masuratori in camp magnetic de la $0 - 90\text{kOe}$ si temperatura variind de la 1.5K la 1000°C . Unitatea de masura emu (electromagnetic units) este utilizata pentru momentul magnetic total al probei. Curbele de histerezis magnetic pentru compozitiile BF - BT cu $x = 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$ sunt prezentate in fig. 14. Toate probele prezinta o magnetizatie de remanenta mica, fara saturatie. Intr-ucut BiFeO_3 este un antiferomagnet conform teoriei, prin inlocuirea partiala a Bi^{3+} si respectiv a Fe^{3+} prin Ba^{2+} si respectiv Ti^{4+} , se trece la un slab feromagnetism. In probele cu 0.2BaTiO_3 avem un magnetism remanent de $M_r = 1,27 \text{ emu/g}$ respectiv $H_c = 4994 \text{ Oe}$. Proba demonstreaza ca a devenit magnetica si ca este conductiva; probabil datorita evaporarii bismutului, dar si datorita starilor fluctuante ale Fe (tranzitii din Fe^{3+} in Fe^{2+}). Pentru aceasta ar trebui incercata o stabilizare a valentei Fe^{3+} si inducerea caracterului feromagnetic la temperatura camerei. In probele de 0.3BaTiO_3 , exista o remanenta mica $M_r = 0.03$, si un camp coercitiv mic de respectiv $H_c = 920 \text{ Oe}$, in probele de 0.4BT magnetizatia la remanenta incepe sa creasca la $M_r = 0.08$, iar campul coercitiv scade pana la $H_c = 753.3\text{Oe}$, pentru temperatura de sinterizare de 1050°C ($1\text{Oe} = 10^3/4\pi \text{ A/m}$).

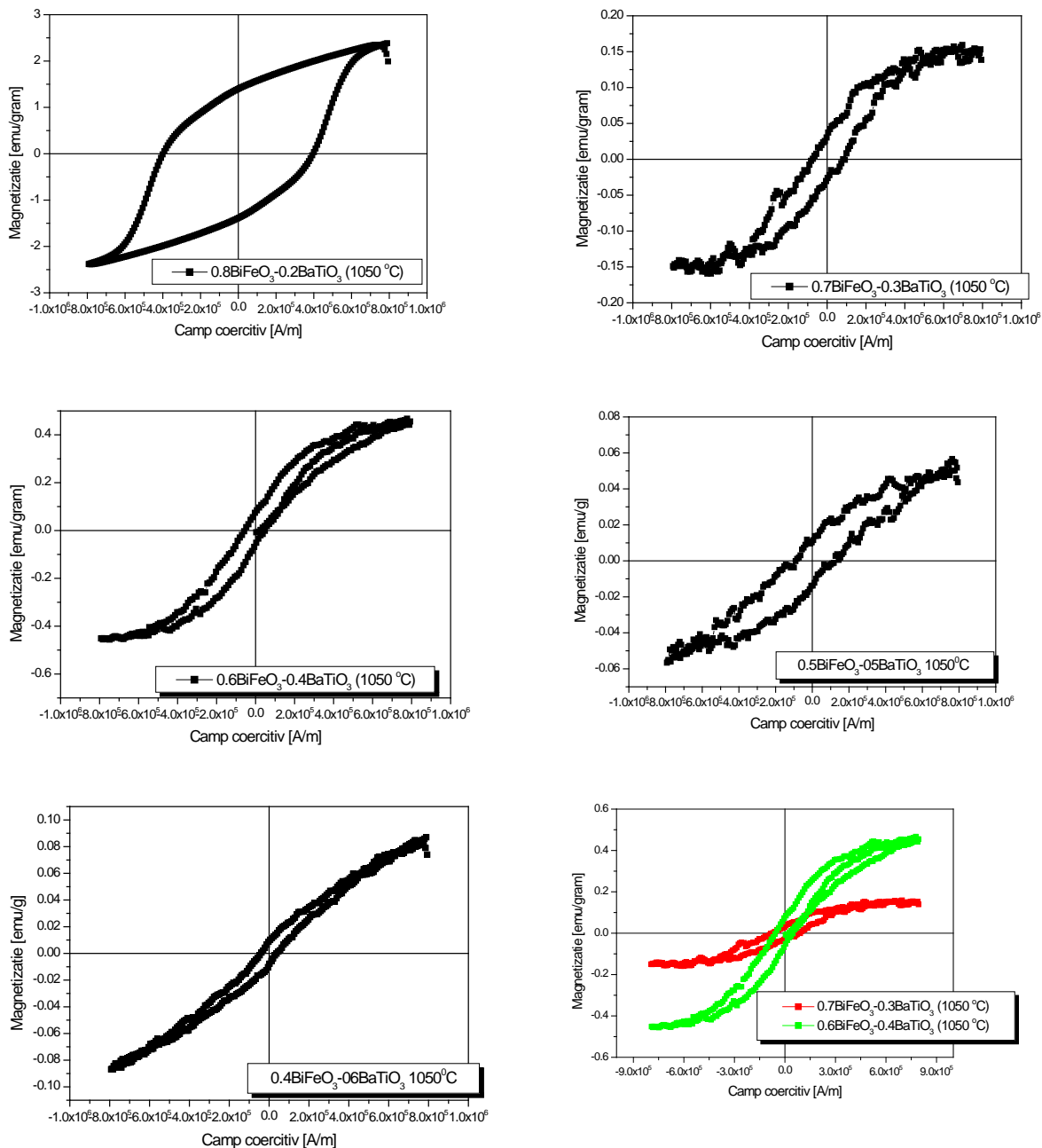


Fig. 14. Curbele de histerzis pentru probele $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$ cu $x=0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$ sinterizate la 1050°C .

Aceasta inseamna ca prin adaugarea de BaTiO_3 in BiFeO_3 , feromagnetismul in proba creste. Probele cu 0.5BaTiO_3 si 0.6BaTiO_3 cu o remanenta mica confirma faptul ca inca nu sunt stabile si ca mai trebuie lucrat la modul de obtinere si influenta factorilor de sinterizare.

PN1611 0208-Fluide magnetice pe bază de uleiuri vegetale ecologice, pentru aplicații ca agenți de răcire cu eficiență energetică crescută în echipamente electroenergetice și industriale

FAZA 1.Elaborare de modele de laborator de fluide magnetice în uleiuri vegetale, ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale.

OBIECTIVUL FAZEI 1: Elaborare modele de laborator de fluide magnetice în uleiuri vegetale, ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale.

ACTIVITATI FAZA 1

- A.1. Sinteza de nanoparticule magnetice de Fe_3O_4 printr-o tehnică a metodei hidrotermale și stabilizarea sterică cu înveliș polimeric sau molecule organice
- A.2. Caracterizarea nanopulberilor magnetice de oxid de fier stabilizate steric din punct de vedere structural (XRD, FTIR), morfologic (SEM) și magnetic (VSM)
- A.3. Elaborarea modelelor de fluide magnetice prin dispersia nanopulberilor magnetice stabilizate steric hidrofob în uleiuri vegetale .
- A.4. Determinarea stabilității suspensiilor în ulei vegetal prin metoda spectrometriei UV-Vis, determinarea diametrului hidrodinamic în volum (D_{eff}) (metoda DLS) și a proprietăților magnetice (metoda VSM)

REZULTATE FAZA 1

Au fost realizate șase modele de laborator de fluide magnetice în uleiuri vegetale: ulei rafinat de rapiță și ulei rafinat de floarea soarelui.

În acest scop s-a realizat:

- sinteza de nanoparticule de oxid de fier (Fe_3O_4) prin două metode chimice:
 - metoda hidrotermală,
 - metoda descompunerii termice a unui complex de fier (oleat de fier) într-un solvent ce îndeplinește și rol de agent de surfactare hidrofob (dodecantiol).
- stabilizarea sterică hidrofobă a nanoparticulelor de Fe_3O_4 obținute prin metoda hidrotermală prin:
 - încapsulare într-un înveliș polimeric de tip polietilenă prin metoda microemulsiei combinată cu ultrasunare,
 - funcționalizare cu o moleculă organică cu caracter hidrofob de tip trifenilfosfină.
- caracterizarea nanopulberilor magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric hidrofob, din punct de vedere structural prin difracție de raze X (XRD) și spectrometrie în infraroșu (FTIR), morfologic (SEM) și magnetic (VSM) din care a rezultat că:
 - prin metoda hidrotermală s-a obținut o singură fază cristalină de Fe_3O_4 cu dimensiunea de cristalit de 9,91 nm,
 - metoda descompunerii termice a condus la obținerea unui amestec de faze Fe_3O_4 și Fe_2O_3 cu dimensiunea de cristalit de 25,83 nm,
 - prin prezența picurilor de absorbție din spectrele FTIR de la 2850 și 2919 cm^{-1} s-a confirmat prezența învelișului de polietilenă de pe suprafața nanoparticulelor de Fe_3O_4 iar picurile de la 1433 cm^{-1} și cel de la 742 cm^{-1} atribuite vibrației legături C=C din scheletul aromatic și respectiv a legături P-C au susținut prezența trifenilfosfinei,
 - micrografiile SEM au arătat o diferență morfologică între nanoparticule înainte de surfactare și după surfactare și anume prezența unui halou în jurul particulelor respective care este relativ omogen repartizat pe întreaga suprafață,
 - toate nanopulberile magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric obținute au arătat un comportament feromagnetic la temperatura camerei. Nanopulberea obținută prin metoda hidrotermală și stabilizată steric cu polietilenă a prezentat cea mai mare valoare a magnetizației de saturație ($M_s = 35.06 \text{ emu/g}$).

Modelele de laborator de fluide magnetice au fost realizate prin metoda dispersiei cu ultrasunete a nanopulberilor magnetice de oxid de fier stabilizate steric hidrofob în uleiuri vegetale (ulei rafinat de rapiță și respectiv de floarea soarelui).

Fluidele magnetice pe bază de uleiuri vegetale au fost caracterizate prin:

- determinarea diametrului mediu hidrodinamic (metoda DLS) din care a rezultat că:
 - nanoparticulele magnetice obținute prin metoda hidrotermală stabilizate prin încapsulare în polietilenă în suspensia de ulei de rapiță au prezentat un $D_{\text{eff}} = 20,8 \text{ nm}$ și în ulei de floarea soarelui un $D_{\text{eff}} = 12,1 \text{ nm}$,
 - nanoparticulele magnetice obținute prin metoda hidrotermală stabilizate cu trifenilfosfină în suspensia de ulei de rapiță au prezentat un $D_{\text{eff}} = 28,1 \text{ nm}$ și în ulei de floarea soarelui un $D_{\text{eff}} = 22,0 \text{ nm}$,
 - nanoparticulele magnetice obținute prin metoda descompunerii termice a oleatului de fier în dodecantiol în suspensia de ulei de rapiță au prezentat un $D_{\text{eff}} = 44,7 \text{ nm}$ și în ulei de floarea soarelui un $D_{\text{eff}} = 42,4 \text{ nm}$.
- determinarea stabilității suspensiilor de nanopulbere magnetică în uleiuri vegetale (metoda spectrometriei UV-Vis) după un interval de 14 h și a rezultat că:

- suspensiile conținând nanoparticule de Fe_3O_4 obținute prin metoda hidrotermală și stabilizate steric cu polietilenă cât și cele stabilizate cu trifenilfosfină în ulei rafinat de rapiță și-au păstrat stabilitatea în intervalul de timp de până la 14 h,
 - toate suspensiile în ulei de floarea soarelui au fost instabile.
- determinarea proprietăților magnetice prin metoda VSM.

Din analiza rezultatelor măsurătorilor magnetice metoda (VSM), s-a constatat că fluidul obținut prin dispersia nanoparticulelor de Fe_3O_4 în ulei de rapiță, obținute hidrotermal și stabilizate cu trifenilfosfină și respectiv polietilenă au prezentat atât stabilitate în suspensie cât și cea mai mare valoare de magnetizație ($M_s = 12.4 \text{ emu/g}$ și respectiv 9.6 emu/g ceea ce este în concordanță și cu determinările UV-Vis ale stabilității acestor suspensii.

FAZA 2. Model demonstrativ de fluid magnetic în ulei vegetal ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale

OBIECTIVUL FAZEI 2. Realizare model demonstrativ de fluid magnetic în ulei vegetal ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale.

ACTIVITATI FAZA 2.

A.1. Determinarea comportamentului reologic al fluidului magnetic în ulei vegetal în funcție de concentrația fazei disperse.

A.2. Determinarea conductivității și difuzivității termice a fluidului magnetic în ulei vegetal în funcție de concentrația fazei disperse.

A.3. Determinarea proprietăților magnetice ale fluidului magnetic în ulei vegetal în funcție de concentrația fazei disperse.

REZULTATE FAZA 2.

Au fost realizate două modele demonstrative de fluide magnetice în uleiuri vegetale (în ulei rafinat de rapiță și respectiv în ulei rafinat de floarea soarelui), având concentrații volumice diferite ($\Phi = 0.60 - 1.14$ pentru cele în ulei de floarea soarelui și $\Phi = 0.68 - 1.50$ pentru cele în ulei de rapiță).

În acest scop s-a realizat:

sinteza de nanoparticule de oxid de fier (Fe_3O_4) prin metoda chimică hidrotermală și stabilizarea sterică hidrofobă a acestor nanoparticulelor de Fe_3O_4 prin încapsulare într-un înveliș polimeric de tip polietilenă prin metoda emulsifieri combinată cu ultrasunare;

caracterizarea nanopulberilor magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric hidrofob din punct de vedere structural (XRD) și (FTIR), morfologic (SEM), compozițional (EDX) și magnetic (VSM) din care a rezultat că:

- s-a obținut o singură fază cristalină de Fe_3O_4 cu dimensiunea de cristalit de $9,64 \text{ nm}$ (Fe_3O_4 nesurfactată) și respectiv de $9,34 \text{ nm}$ pentru (Fe_3O_4) acoperit cu polietilenă,
- prin prezența picurilor de absorbție din spectrele FTIR de la 2850 și 2920 cm^{-1} s-a confirmat prezența învelișului de polietilenă de pe suprafața nanoparticulelor de Fe_3O_4 stabilizate steric,
- micrografiile SEM au arătat o diferență morfologică între nanoparticule înainte de surfactare ($D = 8.12 - 10.52 \text{ nm}$) și după surfactare și anume prezența unui halou în jurul particulelor respective care este relativ omogen repartizat pe întreaga suprafață ($D = 9.08 \text{ nm} - 10.57 \text{ nm}$), rezultatul fiind în acord cu dimensiunea medie de cristalit determinată prin difracția de raze X,
- spectrul EDX a pus în evidență prezența alături de picurile caracteristice elementelor Fe și O din compoziția magnetitei (Fe_3O_4) și prezența elementului (C) confirmând formarea învelișului de polietilenă pe suprafața nanoparticulelor magnetice,
- toate nanopulberile magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric au prezentat un comportament feromagnetic la temperatura camerei. Valorile magnetizației la saturație și a câmpului coercitiv pentru nanoparticulele surfactate ($M_s = 35.06 \text{ emu/g}$ și $H_c = 250 \text{ Oe}$) sunt apropiate de cele ale particulelor nesurfactate ($M_s = 33.43 \text{ emu/g}$ și $H_c = 250 \text{ Oe}$) ceea ce indică că învelișul de polietilenă nu a afectat semnificativ proprietățile magnetice.

obținerea modelelor demonstrative de fluide magnetice prin dispersia nanoparticulelor magnetice stabilizate steric cu înveliș polimeric hidrofob de tip polietilenă în uleiuri vegetale (ulei rafinat de rapiță și ulei rafinat de floarea soarelui) prin metoda ultrasunării;

caracterizarea modelelor demonstrative de fluide magnetice prin:

determinarea diametrului mediu hidrodinamic (metoda DLS) al fluidelor magnetice în suspensii pe bază de uleiuri vegetale din care a rezultat că:

- diametrul efectiv al nanoparticulelor magnetice în suspensia de ulei de rapiță este $D_{\text{eff}} = 20,8$ nm și al celor aflate în suspensie de ulei de floarea soarelui este $D_{\text{eff}} = 12,1$ nm.

determinarea comportamentului reologic (vâscozitatea) fluidelor magnetice în ulei vegetal în funcție de natura uleiului vegetal purtător și de concentrația fazei disperse care a arătat că:

- toate modelele de fluide magnetice în ulei vegetal, indiferent de natura uleiului vegetal purtător, se comportă ca un fluid newtonian vâscoelastic,
- alinura curbilor descrescătoare cu creșterea vitezei de forfecare în cazul probelor în ulei de floarea soarelui indică un comportament de fluidificare la forfecare,
- alinura curbilor crescătoare cu creșterea vitezei de forfecare în cazul probelor în ulei de rapiță indică un comportament de îngroșare la forfecare,
- valorile vâscozității scad cu creșterea temperaturii de la 27°C la 60°C , indiferent de natura uleiului vegetal purtător ,
- valorile vâscozității cresc cu creșterea concentrațiilor volumice de nanoparticule atât în uleiul de floarea soarelui cât și cele în ulei de rapiță.,
- cele mai ridicate valori ale vâscozităților pentru aceeași temperatură și aceeași concentrație volumică de nanoparticule au fost înregistrate pentru probele având ca lichid purtător uleiul rafinat de floarea soarelui.

determinarea proprietăților termice (căldura specifică, difuzivitate termică și conductivitatea termică) ale fluidului magnetic în ulei vegetal care a arătat că:

- valorilor căldurii specifice descresc cu creșterea temperaturii indiferent de natura uleiului vegetal,
- conductivitatea termică crește aproape liniar cu temperatura indiferent de natura uleiului vegetal,
- conductivitatea termică crește cu concentrația volumică de nanoparticule magnetice indiferent de natura uleiului vegetal,
- pentru proba PI având o concentrație volumică de nanoparticule ($\Phi = 0.6$) în ulei de floarea soarelui are loc o creștere a gradului de îmbunătățire a conductivității termice de la 33.6% (la $T=30^{\circ}\text{C}$) la 52.23% (la $T=60^{\circ}\text{C}$), iar pentru proba PIII cu $\Phi = 1.14$ are loc o creștere a gradului de îmbunătățire a conductivității termice de la 38.46% (la $T=30^{\circ}\text{C}$) la 64.03% (la $T=60^{\circ}\text{C}$),
- fluidele magnetice în ulei vegetal de rapiță, de concentrații diferite, prezintă o scădere a gradului de îmbunătățire a conductivității cu temperatura.
- Scăderea este mai accentuată pentru probele cu concentrații volumice de nanoparticule mai mari. (PV, $\Phi = 1.2$ și PVI cu $\Phi = 1.5$) în intervalul de la 30°C la 50°C în timp ce pentru proba cu concentrație mai mică (PIV, $\Phi = 0.68$) de la 40°C la 60°C arată o creștere lentă.

determinarea proprietăților magnetice ale fluidului magnetic în ulei vegetal în funcție de concentrația fazei disperse și natura uleiului vegetal (metoda VSM) din care a rezultat că:

- toate probele de fluide magnetice au prezentat un comportament slab feromagnetic
- valorile magnetizației la saturație au fost mai mari pentru fluidele magnetice în ulei vegetal de rapiță ($M_s = 3.08$ emu/g) comparativ cu cele în ulei de floarea ($M_s = 0.79$ emu/g), la aceeași concentrație volumică de nanoparticule ($\Phi = 0.6$).

PN1611 0209-Sisteme piezoceramice anizotrope modelate compozitional si structural pentru aplicatii de tip senzor de presiune

Faza1F1: Studiul posibilitatilor tehnice de procesare, selectarea variantelor compozitionale. Experimentari preliminare de realizare materiale piezoceramice anizotrope tip PZT modificat.

Conform planului de realizare al proiectului în această etapă s-au realizat următoarele activități:

1. Studiul posibilitatilor tehnice de procesare, selectarea variantelor compozitionale.

Studiul posibilitatilor tehnice de procesare a materialelor piezoceramice

Materialele piezoceramice anizotrope utilizate pentru obținerea elementelor active trebuie să îndeplinească pe lângă proprietățile electrice, o serie de proprietăți specifice: compactul piezoceramic trebuie să fie dens, cu o porozitate cât se poate de redusă și să prezinte o suprafață fără asperități dat fiind că în cele mai multe cazuri elementele piezoceramice sunt acoperite cu depuneri de diferite materiale. Aceste proprietăți de material se pot obține prin diverse tehnici de procesare și anume:

- metode neconventionale: sol-gel, coprecipitare, etc.
- metode conventionale de obținere materiale ceramice.

Studiul influenței parametrilor tehnologici în diferite etape de procesare a materialului piezoceramic conduce la obținerea unei tehnologii care este specifică obținerii de materiale cu proprietățile cerute de aplicație. Se pot obține materiale piezoceramice caracterizate prin:

- granulație fină, pulberii ceramice micro și nanostructurate
- densitate aparentă mare
- creștere controlată a dimensiunii granulelor ceramice în timpul proceselor de sinterizare
- compoziție chimică controlată și, în special, pierderi reduse de PbO în procesarea la temperaturi ridicate, peste 900 °C.

Toate aceste studii și experimentări sunt controlate prin metode de control granulometric, metode de caracterizări structurale (difracție de raze X - XRD, microscopie electronică prin scanare -SEM), metode de analiză termică, metode de caracterizare electrică.

- Tehnologii neconvenționale de obținere a nanopulberilor ceramice - Tehnica Sol-Gel

Cea mai utilizată și investigată metodă chimică de sinteză a pulberilor nanometrice este metoda sol-gel. Metoda sol-gel de obținere a materialelor nanostructurate se bazează pe proprietatea de formare a rețelei de material prin polimerizarea chimică a componentelor în stare lichidă, la temperaturi joase, urmată de eliminarea reziduiilor nedorite (apa, compuși anorganici sau organici) și de rigidizarea structurii, la temperaturi mult mai joase decât cele cerute de metodele clasice, de sinterizare-topire. *Tehnica sol-gel* oferă o metodă de temperatură joasă pentru sinteza materialelor de natură fie total anorganică fie mixtă anorganică și organică.

- Metoda convențională de procesare materiale piezoceramice

Un material piezoceramic anizotrop poate fi obținut și printr-o metodă convențională modificată. Etapele principale de obținere a acestor materiale sunt definite de: prepararea pulberii; obținerea epruvetelor pe crud (realizate de obicei prin presare); sinterizarea epruvetelor.

Obținerea nanopulberii cu dimensiuni de granule de ordinul zecilor de nm, pentru ceramica PZT modificată se poate realiza și prin modificarea fluxului tehnologic clasic prin variante de macinare (în locul folosirii tehnicilor neconvenționale de obținere prin metoda sol-gel).

Modificarea fluxului tehnologic constă în:

a₁ – combinarea tipurilor de măcinare - măcinare avansată în mori planetare de energie mare cu macinarea în mori speciale (de ex. Atritor) în care se respectă etapele clasice de flux.

Modificările ce apar în fluxul tehnologic sunt în principal la etapele de control. Apare controlul privind forma și dimensiunea granulelor după fiecare etapă de omogenizare/măcinare [21]. Astfel, putem realiza omogenizarea cu ajutorul morii Atritor și măcinarea în moara Atritor, sau o măcinare avansată (zeci de ore) cu ajutorul morii Fristch.

a₂ – modul de introducere a materiilor prime reactive: cu formarea directă a compoziției finale cu formarea în etape a compoziției finale, ruta oxizilor: toate elementele se introduc sub formă de oxizi încă de la început, - ruta B-oxizilor: se introduc de la început toți oxizii exceptând oxidul de Pb.

selectarea variantelor compoziționale în vederea realizării unui material piezoceramic cu anizotropie ridicată

Ceramicile tip PZT sunt deosebit de atractive datorită posibilităților de proiectare a proprietăților, astfel o gamă largă de proprietăți pot fi adaptate prin modificarea raportului Zr^{4+} / Ti^{4+} , în special în regiunea așa-numită morfotropă (faza de delimitare (MPB)). În funcție de cerințele aplicației, produsele ceramice tip PZT utilizate în scop comercial sunt întotdeauna modificate prin introducerea de diferiți dopanți. Substituțiile influențează proprietățile anizotrope ale materialului.

Plecând de la sistemul $Pb_{1-y}(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ - (E_1, E_2, \dots, E_n) unde $y = 1+2+\dots+n$, $x = 0,45-0,50$ și $E_1, E_2, \dots, E_n = Mn, Fe, Nb, La, Li$, s-au selectat compoziții noi de materiale piezoceramice.

Compozițiile selectate și experimentate în această etapă sunt compoziții „hard” anizotrope de tipul $PbZr_{1-y}Ti_yO_3$ (PZT) modificat cu ioni de Fe^{3+} , și compoziții „soft” cu „anizotropie ridicată” de tipul $PbZr_{1-y}Ti_yO_3$ (PZT) modificat cu ioni de $La^{3+}, Nb^{5+}, Fe^{3+}$.

În vederea experimentării materialelor ceramice cu anizotropie ridicată s-au selectat:

- ➡ trei compoziții din sistemul $Pb(Zr_{1-y}Ti_y)_{0,99}Fe_{0,01}O_3$ cu $y = 0,48$ (PZT- Fe_1); 0,58 (PZT- Fe_2) respectiv 0,42 (PZT- Fe_3);
- ➡ șase compoziții din sistemul $(1-x)Pb(Zr_{1-y}Ti_y)O_3 - xLa(Fe^{3+}_{0,5}, Nb^{5+}_{0,5})O_3$ cu $x = 0,01$ și 0,02.

În concluzie, au fost selectate compoziții „hard” anizotrope de tipul $PbZr_{1-y}Ti_yO_3$ (PZT) modificat cu ioni de Fe^{3+} și compoziții „soft” cu „anizotropie ridicată” de tipul $PbZr_{1-y}Ti_yO_3$ (PZT) modificat cu ioni de $La^{3+}, Nb^{5+}, Fe^{3+}$.

2. Experimentări preliminare de realizare materiale piezoceramice anizotrope

Lucrările experimentale s-au desfășurat pornind de la oxizi de înaltă puritate prin reacții în stare solidă. Elaborarea materialelor piezoceramice aparținând sistemului titanat-zirconat de plumb (PZT) modificat, conform compozițiilor prezentate în tabelul 1.1 și în tabelul 1.2, s-a realizat ținând cont de corelarea parametrilor fiecărei etape tehnologice cu proprietățile dorite, în vederea obținerii unei anizotropii ridicate a materialului.

Tabelul 1. Compoziția probelor din sistemul $Pb(Zr_{1-y}Ti_y)_{0,99}Fe_{0,01}O_3$ experimentate

| Simbol proba | Compoziția oxidică, % masice | | | |
|---------------------|------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|
| | PbO | ZrO ₂ | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| PZT-Fe ₁ | 68,59 | 19,49 | 11,67 | 0,25 |
| PZT-Fe ₂ | 69,52 | 15,95 | 14,28 | 0,25 |
| PZT-Fe ₃ | 68,06 | 21,57 | 10,13 | 0,24 |

Tabelul 2. Compoziția probelor din sistemul $(1-x)Pb(Zr_{1-y}Ti_y)O_3 - xLa(Fe^{3+}_{0,5}, Nb^{5+}_{0,5})O_3$ experimentate

| Simbol proba | Compoziția oxidică, % masice | | | | | |
|---------------------|------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | PbO | ZrO ₂ | TiO ₂ | La ₂ O ₃ | Nb ₂ O ₅ | Fe ₂ O ₃ |
| PZT-I ₁ | 68,08 | 15,95 | 14,28 | 1,02 | 0,42 | 0,25 |
| PZT-I ₂ | 67,18 | 19,48 | 11,66 | 1,01 | 0,41 | 0,25 |
| PZT-I ₃ | 66,65 | 21,56 | 10,12 | 1,00 | 0,41 | 0,24 |
| PZT-II ₁ | 68,78 | 16,03 | 14,35 | 0,51 | 0,21 | 0,12 |
| PZT-II ₂ | 67,86 | 19,58 | 11,72 | 0,50 | 0,2 | 0,12 |
| PZT-II ₃ | 67,33 | 21,67 | 10,17 | 0,49 | 0,2 | 0,12 |

Materiale experimentate au fost caracterizate prin analize structurale, microstructurale, termice și electrice în vederea evidențierii proprietăților specifice acestor materiale.

Analize termice

Comportarea pulberilor la tratament termic s-a stabilit prin analize termice cu un aparat de analiza termică STA 449 F3 Jupiter, la viteza de încălzire de 10°C/minut. Din pulberea PZT modificat cu ioni de La³⁺, Nb⁵⁺, Fe³⁺, cu formula $((1-x)Pb(Zr_{1-y}Ti_y)O_3 - xLa(Fe^{3+}_{0,5}, Nb^{5+}_{0,5})O_3)$, unde $x = 0,01$ și $0,02$ a fost analizată din punct de vedere termic prin TG (analize termogravimetrice), DTG (termogravimetrice diferențiale) și DSC (analize diferențiale calorimetrice) următoarele probe, PZT-II₁, PZT-II₂, PZT-II₃, precum și pulbere presinterizată de tip PZT-I₁, PZT-I₂, PZT-I₃.

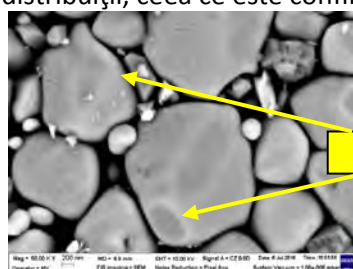
Caracterizări structurale

Caracterizările structurale s-au efectuat prin analize de difracție atât pe materialele presinterizate cât și pe cele sinterizate. Din analiza difractogramelor a rezultat că, la toate compozițiile de pulberi presinterizate la 870 °C respectiv 820 °C și elemente piezoceramice sinterizate la temperaturile de 1100 °C, 1150°C și 1200°C s-au format soluții solide cu structura tetragonală cu anizotropie ridicată specifică compușilor pe bază de titanat-zirconat de plumb.

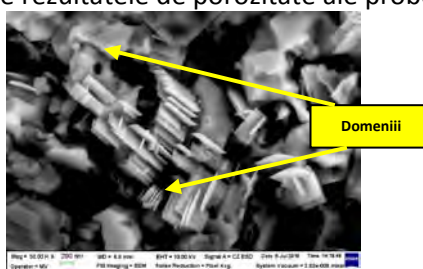
Caracterizări microstructurale

Probele ceramice obținute au fost analizate prin microscopie electronică-SEM, micrografiile au fost realizate pe probe atacate chimic și pe probe neatate chimic.

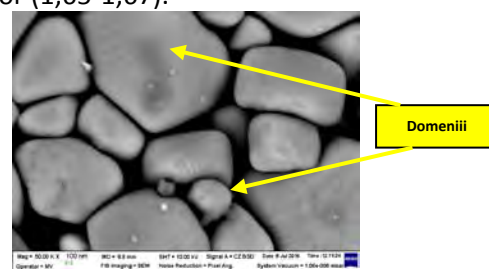
Din analiza micrografiilor probelor PZT-Fe₁, PZT-Fe₂, PZT-Fe₃ sinterizate la 1150°C/2h (fig.1), se observă: pentru proba PZT-Fe₁, prezența unor granule bine delimitate de forma tetragonală; pentru probele PZT-Fe₂ și PZT-Fe₃ o structură formată din granule tetragonale și de dimensiuni mai mici față de proba PZT-Fe₁, cu pori mici uniform distribuiți, ceea ce este confirmat și de rezultatele de porozitate ale probelor (1,65-1,67).



a. PZT-Fe₁ (fara atac chimic)



b. PZT-Fe₁ (cu atac chimic)



c. PZT-Fe₂ (fara atac chimic)

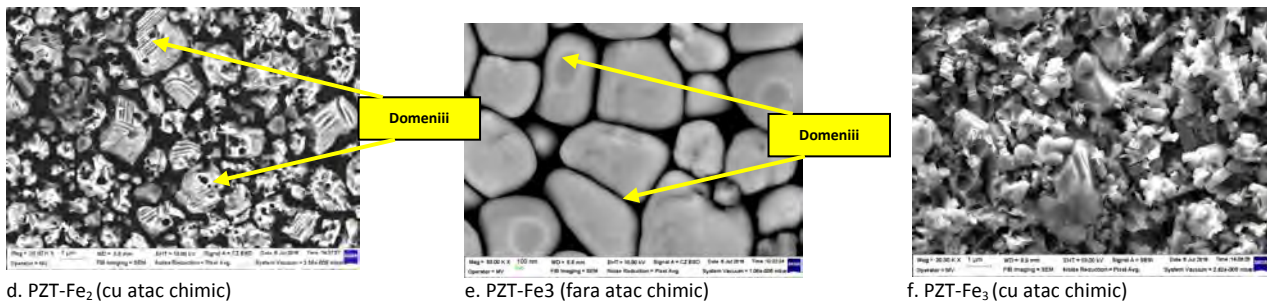


Fig. 1. Microscopiile SEM compozitiilor PZT-Fe₁, PZT-Fe₂, PZT-Fe₃ sinterizate la 1150⁰C/2h

Micrografiile SEM ale probele de PZT-Fe₁, PZT-Fe₂, PZT-Fe₃ sinterizate la 1200⁰C/2h, pe probe prelucrate prin atac chimic, se observă o structură neomogenă, cu pori de dimensiuni neuniforme și cu o deformare a structurii granulare. Aceste modificări structurale sunt evidențiate și prin rezultatele de porozitate prezentate în tabelul 3. Se constată că, temperatura de 1200⁰ C pentru aceasta compoziție este peste temperatura de sinterizare a acestei compoziții.

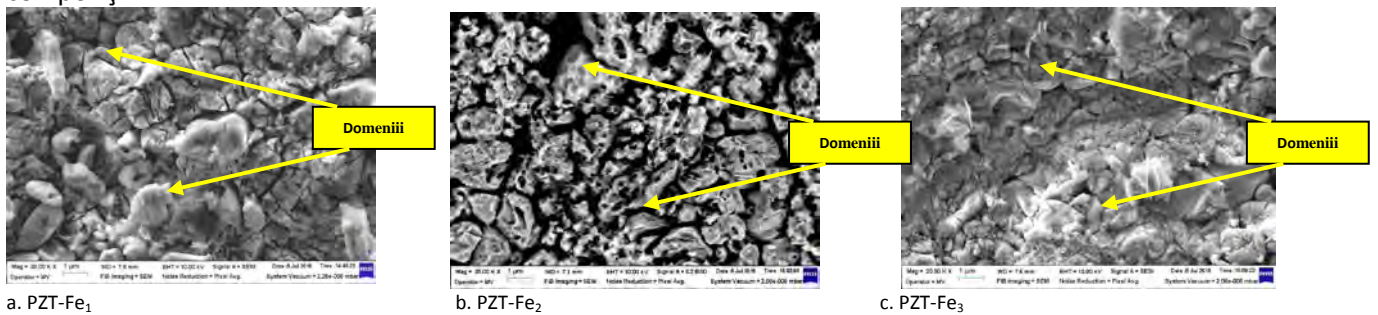


Fig. 2. Microscopiile SEM ale compozitiilor PZT-Fe₁, PZT-Fe₂, PZT-Fe₃ sinterizate la 1200⁰C/2h

Microscopiile SEM ale compozitiilor PZT-I₁, PZT-I₂, PZT-I₃ sinterizate la 1150⁰C/2h au evidențiat pentru proba PZT-I₁ o structura cu granule de dimensiuni uniforme (aproximativ 20-34 nm). Se poate observa prezenta unei cantitati mici de pori uniform distribuiti. Imaginile SEM ale probelor prelucrate chimic în comparatie cu probele neatate chimic prezinta o structura cu granule foarte bine delimitate. Prezenta porilor se poate corela cu rezultatele de densitate și porozitate din Tabelul 4. Se poate concluziona ca în cazul probelor PZT modificat cu La³⁺, Nb⁵⁺, Fe³⁺, prezența domeniilor este mult mai redusă, acest fapt poate fi datorat anumitor parametri tehnologici. Astfel, încât urmează ca aceste probe să fie experimentate și în alte conditii tehnologice.

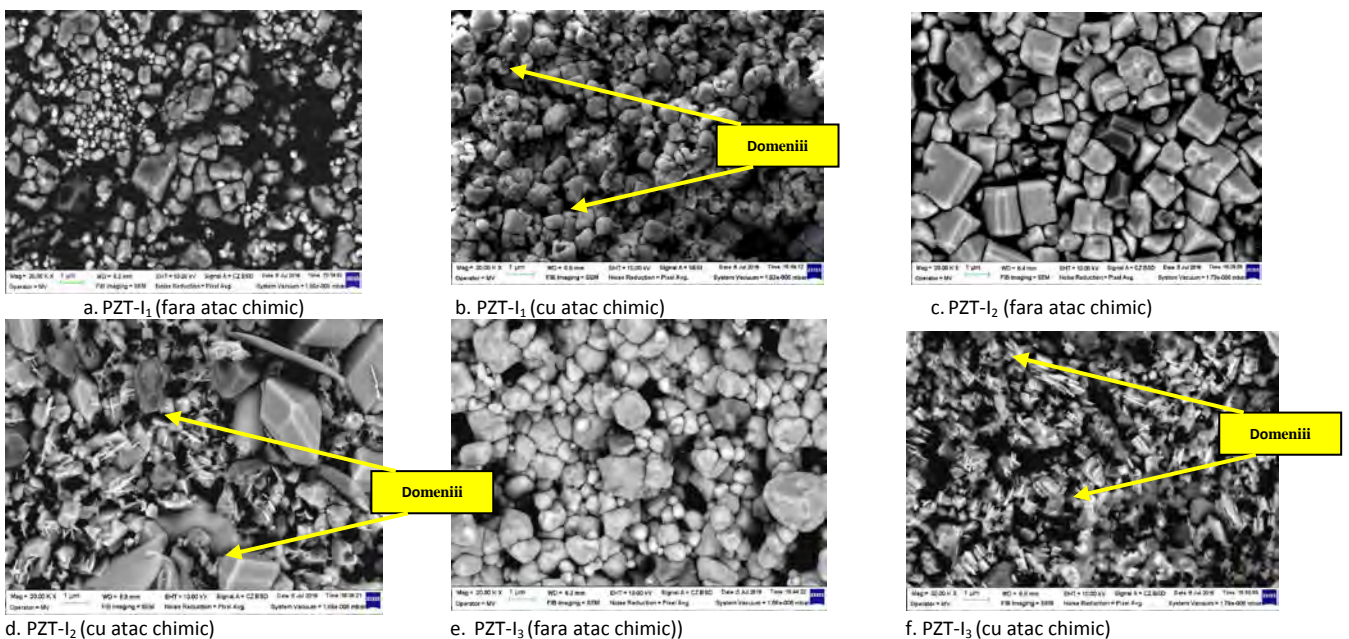


Fig. 3. Microscopiile SEM ale compozitiilor si PZT-I₁, PZT-I₂, PZT-I₃ sinterizate la 1150⁰C/2h

Microstructurile obtinute prin microscopie electronica demonstreaza formarea fazelor specifice structurilor tip perovskit pentru compozitiile elaborate, precum si formarea structurilor de domenii.

Caracterizări fizice - materiale sinterizate

Pe epruvetele de material sinterizate s-au efectuat masuratori pentru calcularea densitatii si a porozitatii aparente. In tabelele 3 și 4 sunt prezentate rezultatele masuratorilor fizice pentru epruvetele de material obtinute la temperaturile de sinterizare de 1100-1200°C:

Tabelul 3. Caracteristicile fizice pentru compozitiile PZT-Fe₁, PZT-Fe₂, PZT-Fe₃ in functie de temperatura de sinterizare

| Denumire proba | Temperatura Sinterizare (°C) | Porozitate (%) | Densitate (g/cm ²) |
|---------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|
| PZT-Fe ₁ | 1100 | 1,53 | 7,31 |
| PZT-Fe ₂ | 1100 | 1,63 | 7,43 |
| PZT-Fe ₃ | 1100 | 0,60 | 7,42 |
| PZT-Fe ₁ | 1150 | 1,99 | 7,47 |
| PZT-Fe ₂ | 1150 | 1,55 | 7,47 |
| PZT-Fe ₃ | 1150 | 1,67 | 7,48 |
| PZT-Fe ₁ | 1200 | 0,87 | 7,56 |
| PZT-Fe ₂ | 1200 | 1,41 | 7,68 |
| PZT-Fe ₃ | 1200 | 1,81 | 7,30 |

Tabelul 4. Caracteristicile fizice pentru compozitiile PZT-I₁, PZT-I₂, PZT-I₃ in functie de temperatura de sinterizare

| Denumire proba | Temperatura Sinterizare (°C) | Porozitate (%) | Densitate (g/cm ²) |
|--------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|
| PZT-I ₁ | 1100 | 25,04 | 5,77 |
| PZT-I ₂ | 1100 | 23,15 | 5,88 |
| PZT-I ₃ | 1100 | 22,33 | 5,99 |
| PZT-I ₁ | 1150 | 26,19 | 5,79 |
| PZT-I ₂ | 1150 | 1,45 | 7,54 |
| PZT-I ₃ | 1150 | 1,27 | 7,37 |

Din analiza datelor rezultate pentru porozitate si densitate se observa ca, toate materialele obtinute prin procese de sinterizare, prin reactii in faza solida, prezinta rezultate in limitele admise pentru acest tip de materiale, de obtinere a unei ceramicii dense. In general obtinerea unei ceramici cu un grad ridicat de densificare conduce la obtinerea unui grad maxim de polarizare.

Caracterizări feroelectrice – Curba de histerezis

Probele au fost masurate din punct de vedere feroelectric cu ajutorul Sistemului de ridicare a curbei de histerezis electric Aixact TF Analyser 2000. Curbele de histerezis au fost ridicate la frecventa de 0,1Hz, la o tensiune electrica imediat sub tensiunea de strapungere.

Din curbele de histerezis ridicate se observa ca pentru PZT-Fe₃ structura nu este omogena la temperaturile 1100°C si 1150°C (curbele se prezinta ca si cum am avea doua faze), pe cand la temperatura de 1200°C se obtine o curba clara de histerezis dar nesaturata (fig.4).

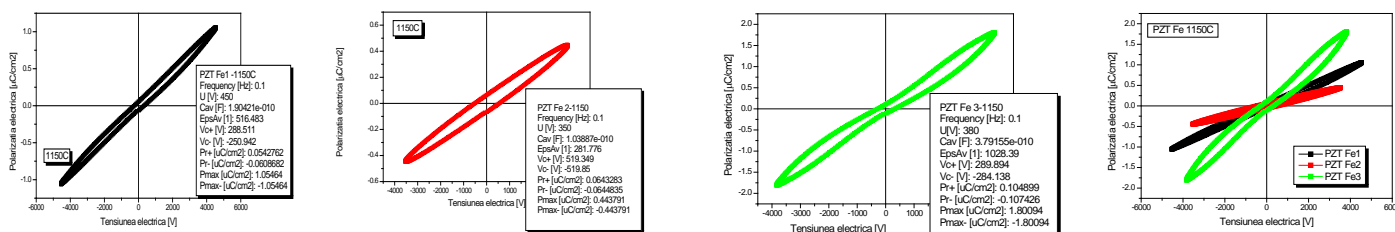


Fig. 4. PZT- Fe₁ , PZT –Fe₂ si PZT –Fe₃ sinterizate la 1150 °C/2h

Pentru PZT -Fe₁ si PZT -Fe₂ la temperaturile de 1100 °C, 1150 °C s-au obținut curbe de histerezis prea mici ca intensitate, va fi necesar ca probele să fie sinterizate la o temperature mai mare, chiar peste 1200°C. Pentru PZT-Fe₃ se observă că se formeaza la 1200°C o singură fază, dar curba nu este însă saturată (fig. 5).

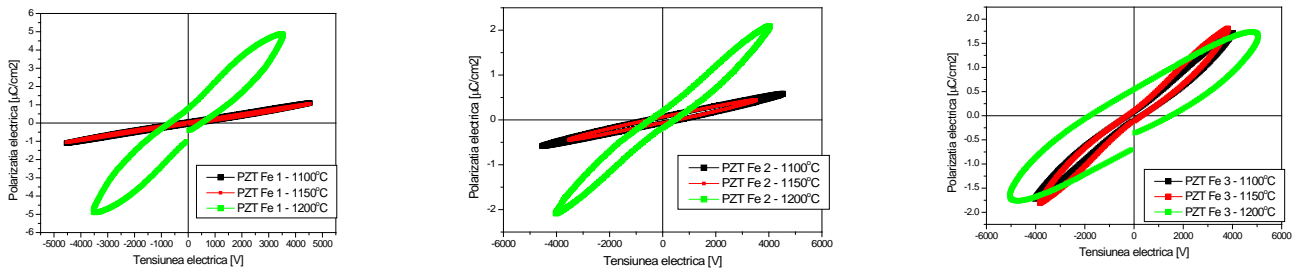


Fig. 5. PZT -Fe₁, PZT -Fe₂ si PZT -Fe₃ sinterizate la 1100-1150-1200°C/2h

In cazul PZT -I₃ se obține o anizotropie la temperatura de sinterizare 1150°C, pe cand în cazul PZT -I₁ si PZT -I₂, temperatura ar trebui sa fie mai mare (fig.6).

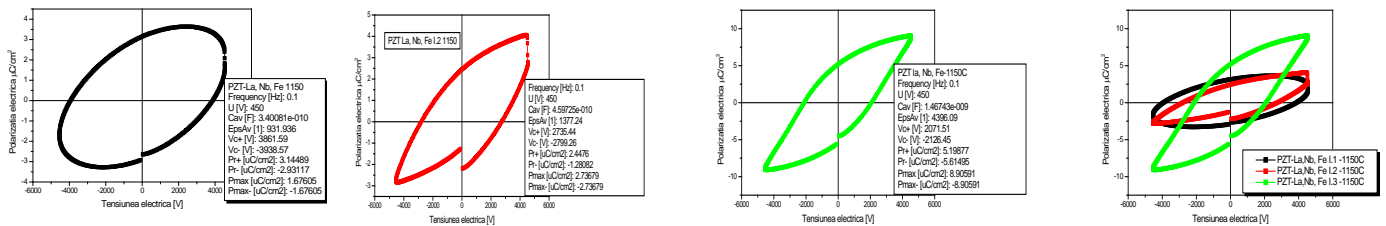
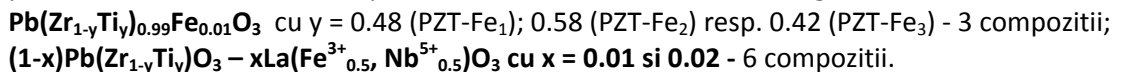


Fig. 6. PZT -Fe₁, PZT -Fe₂ si PZT -Fe₃ sinterizate la 1150°C/2h

Principalele concluzii desprinse din lucrarile experimentale realizate sunt:

- ▶ s-au realizat 9 *compozitii cu anizotropie ridicata* din noi tipuri de materiale apartinand sistemului de tip perovskit pe baza de titanat zirconat de plumb modificat descrise de formula generala:



- ▶ tehnologia de elaborare a acestora a avut la baza reactii in stare solida in care s-a tinut seama de o serie de factori ca:
 - puritatea materiilor prime
 - respectarea stoechiometriei compozitiilor
 - densificarea pe crud a materialelor
 - parametrii specifici procesului de sinterizare.
- ▶ Elementele piezoceramice cu anizotropie ridicata au fost caracterizate din punct de vedere al proprietatilor structurale, microstructurale si al proprietatilor feroelectrice.

Din caracterizarile de difractie de raze X si din analizele SEM s-a constat ca:

- ▶ la toate compozitiile pulberi presinterizate la 870 °C respectiv 820 °C si elemente piezoceramice sinterizate la temperaturile de 1100 °C , 1150°C si 1200°C s-au format solutii solide cu structura tetragonala cu anizotropie ridicata specifica compusilor pe baza de titanatzirconat de plumb;
- ▶ microstructurile obtinute prin microscopie electronica demonstreaza formarea fazelor specifice structurilor tip perovskit pentru compozitiile elaborate, precum si formarea structurilor de domenii;
- ▶ Din caracterizarile de denistate si microscopie electronica rezulta ca s-au obtinut probe cu o structura relativ omogena.
- ▶ Din curbele de histerzis se observa ca toate probele sunt feroelectrice. Pentru PZT -Fe₁ si PZT -Fe₂ se observa ca temperaturile de 1100 °C , 1150 °C sunt prea mici, acesta trebuind sa fie sinterizat la o temperature mai mare, chiar peste 1200°C. Pentru PZT -Fe₃ se observa ca se formeaza la 1200°C o singura faza, dar curba nu este insa saturata. In cazul PZT -I₃ se obtine o anizotropie ridicata la temperatura de sinterizare 1150°C, pe cand in cazul PZT -I₁ si PZT -I₂, temperatura ar trebui sa fie mai mare.

PN1611 0210: SUBSTITUT OSOS DIN MATERIAL CERAMIC PENTRU CRANIOPLASTIE

Elaborarea conceptului de implant cranian

Definirea conceptului de implant cranian are la bază cerințe referitoare la:

Proiectarea implantului cranian;

Metodele/tehnicele de elaborare a implanturilor craniene.

Principalele cerințe impuse implanturilor craniene (indiferent de materialul din care sunt realizate) au ca scop general, pe de o parte, o închidere corespunzătoare și protecție, iar pe de altă parte, un rezultat cosmetic/estetic bun.

Proiectarea unui implant cranian trebuie să țină cont de:

- starea pacientului (stare generală de sănătate, vârstă, etc.);
- defectul cranian propriu-zis (mărime, formă, poziție, etc.);
- dotare, specializare - tehnică;
- caracteristici materiale (se corelează cu tehnica de realizare);

În general, noțiunea de concept de implant cranian înseamnă și a găsi soluții optime pentru diferite probleme medicale din sfera cranioplastiei.

Principalele *metodologii* au în vedere:

- proiectare model de implant cranian (plecând de la geometria defectului);
- selectare tip de material;
- selectare tehnică de realizare și elaborare prototip de implant cranian;
- validare model.

În final, după operația de cranioplastie, trebuie să existe *beneficii* pentru pacient dar și pentru medic prin: „fitare” perfectă a implantului (contur perfect), un rezultat estetic bun, reducerea timpului de operație și recuperare rapidă și nu în ultimul rând, o modalitate pentru menținerea/refacerea calității vieții.

Materiale utilizate în cranioplastie

Materialele bioceramice utilizate pentru implanturi sunt considerate o alternativă adecvată în cranioplastie. Aceste implanturi sunt utilizate în special pentru pacienții trecuți printr-un tratament inițial nereușit și pot reprezenta o bună și eficientă alternativă pentru reconstrucția finală a defectelor craniene mari și complexe.

Principalele tipuri de materiale utilizate în cranioplastie și grupele aferente sunt :

- *Autogrefe*- principalele locații: craniul; părți de os salvate la craniotomie; alte oase
- *Alogrefe ne-metalice*: Metil-metacrilat; Hidroxiapatită; Polietilene, silicon, ceramici, compozite
- *Alogrefe metalice*: Titanul și aliajele pe bază de Ti.

Tehnici de obținere implant cranian

turnare la cald sub presiune;
turnare în forme de ipsos;
prototipare rapidă (PR).

Direcții de viitor în cranioplastie

În general, grija pentru *sistemul personalizat de îngrijire* cât și produsele personalizate au ca principal scop un diagnostic și un tratament optim, prin apelarea la tratamente medicale strict necesare fiecărui pacient, la momentul potrivit, și cu costuri adecvate, în final, pentru stabilirea celui mai bun diagnostic și cel mai bun/potrivit tratament.

Cerințele tehnice impuse pentru o proteză de os cranian sunt:

- din punct de vedere geometric: $\varnothing = 40-60\text{mm}$ cu grosime de 3-5mm, sau $L = 20-40\text{ mm}$ cu grosime de 3-5mm, dimensiunile se pot alege în funcție de forma ce trebuie reconstruită a osului cranian;
- proprietăți mecanice: implantul trebuie să suporte forțe de compresie și de impact; astfel, modulul Young trebuie să aibă valori de 2-15GPa, și rezistență în compresie de 10-50MPa;
- porozitate aparentă $P_a = 10-40\%$;
- densitate relativă 80% din cea teoretică;
- biocompatibilitate: trebuie să fie biocompatibil/bioactiv, antibacterian și ideal osteoconductor.

Concluzii privind elaborarea conceptului de implant cranian

Lucrarea este constituită dintr-o prezentare exhaustivă a conceptului de implant cranian, subliniind importanța deopotrivă a materialelor și tehnicilor de realizare a implanturilor craniene, dar în egală măsură, se ține cont de starea pacientului și expertiza medicului chirurg, având ca scop final beneficii pentru pacienți dar și pentru medici. Au fost definiți cerințele tehnice ale conceptului de implant cranian ce se va experimenta prin tehnologia de turnare la cald sub presiune.

Proiectare instalație de turnare sub presiune pentru un material ceramic pe bază de hidroxiapatită
Tema proiectului de execuție

Pentru realizarea procesului de turnare la cald sub presiune a pieselor ceramice, se utilizează o instalație specială de turnare, care trebuie să asigure menținerea condițiilor tehnologice. **Tema proiectului de execuție** constă în elaborarea **instalației de turnare sub presiune**, utilizată pentru turnarea de piese din material bioceramic (șlicher ceramic de tip hidroxiapatită-HAp), cu următoarele caracteristici: dimensiune instalație de turnare: L x l x h = 700 x 660 x 800 mm, presiunea de lucru a instalației 2-3 atm, temperatura de lucru 60-80°C, capacitatea bacului de turnare șlicher 1l, realizat din OL 37.

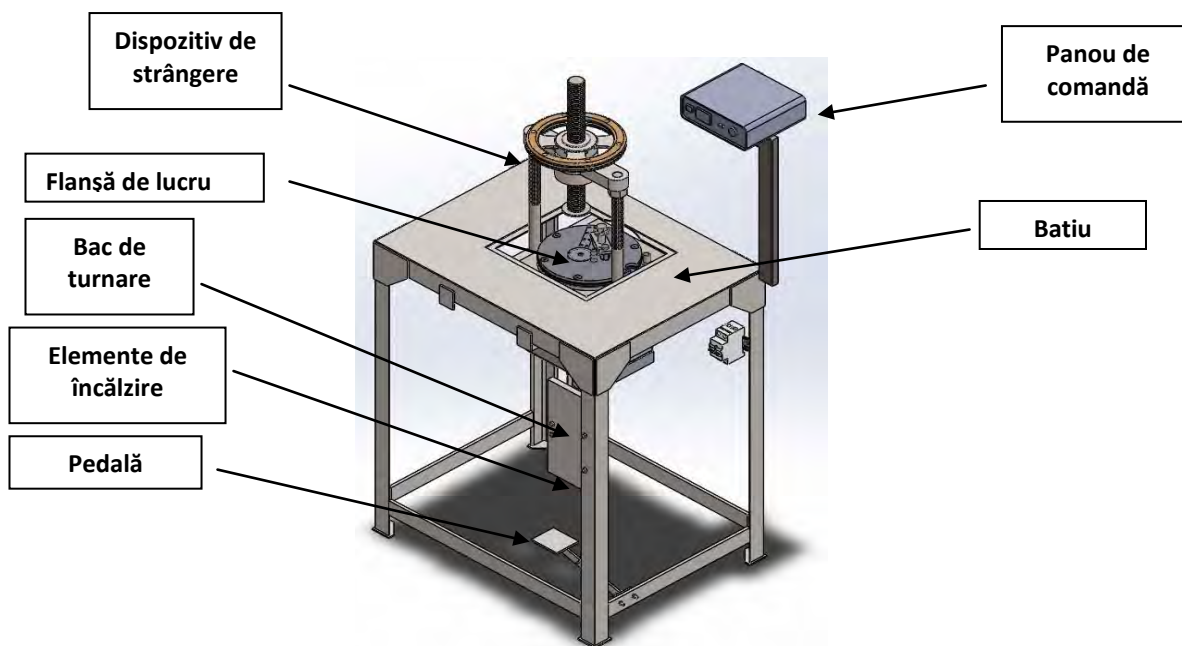


Figura 1. Instalație de turnare la cald sub presiune

Principalele *subansamble ale instalației* de turnare sub presiune sunt prezentate în figura 1:

- Batiu (masa de lucru) ;
- Rezervorul metalic termostatat (bac de turnare) ;
- Flanșa de lucru;
- Dispozitivul de strângere;
- Elementele de încălzire;
- Panou de comandă;
- Pedală.

PN1611 0211-Evaluarea duratei de viață a peliculelor de protecție polimerice sub acțiunea sinergică a factorilor de stres climatici. determinarea timpului de viață rămas pentru sistemele industriale vopsite aflate în exploatare
F1: Documentare, stabilire program de încercări, pregătire și expunerea la factorii de degradare a probelor (activitățile A1 – A5)

- Realizarea unui studiu documentar privind stadiul actual al metodelor de evaluare a duratei de viață

Coroziunea este un proces de alterare, datorat atacurilor chimice sau electrochimice asupra metalelor, sub acțiunea substanțelor de natură acidă și bazică. Coroziunea oțelului se produce sub acțiunea umezelii și a oxigenului, fiind accelerată de acțiunea sărurilor. Coroziunea atacă stratul superficial de "vopsea" de la suprafața metalului, trecând cu timpul la straturile următoare, viteza cu care acestea sunt atacate depinzând de o multitudine de factori cum ar fi: frecvența expunerii și durata ei, umiditatea, viteza și direcția vântului, praful, soarele, gradul de poluare a mediului în

care se găsește piesa respectivă. De exemplu, se știe că dioxidul de sulf favorizează puternic corodarea zincului, motiv pentru care în lunile de iarnă intensitatea coroziunii este maximă, deoarece combustibilii folosiți la încălzire degajă cantități mari de dioxid de sulf. **Consecințele coroziunii** afectează funcționalitatea și aspectul și implica costuri mai mari pentru recondiționarea suprafețelor. **Reducerea efectelor coroziunii** a fost o preocupare continuă pentru oamenii de știință. Aceasta poate fi redusă prin folosirea unor soluții și sisteme avansate polimerice de acoperire a suprafețelor.

Stadiul actual pe

a) plan național

În literatura de specialitate s-au publicat cărți de referință care tratează problematica vastă a degradării polimerilor, prezentând aspectele generale ale comportării termice și radiochimice a polimerilor. Totuși caracterizarea stabilității la degradare a materialelor macromoleculare organice focalizează atenția lumii științifice datorită impactului deosebit de puternic asupra fiabilității produselor polimerice. Problematika se complică în cazul structurilor compozite - materiale compuse, care pot fi: componente dispersate reciproc; aglomerări de pulberi presate; materiale compuse rezultate prin acoperirea suprafețelor cu substanțe metalice sau nemetalice; stratificate (obținute prin asamblare succesivă sau simultană).

Structură chimică și repartiția electronică, configurația spațială, ca și defectele structurale determină caracteristicile fizico-chimice, dielectrice și mecanice ale materialului care sunt: temperatura de topire; modulul de elasticitate densitatea; reactivitatea chimică; conductivitatea electrică și termică; duritatea; rezistența mecanică la rupere; alungirea; tenacitatea etc.

b) pe plan internațional

Valoarea producției totale de vopsea în Uniunea Europeană poate fi estimată la cel puțin 5,2 miliarde euro. Structura producției din România se apropie de cea existentă în UE. Produsele decorative la nivel european reprezintă 63% din producție, cele pentru lemn 6%, auto OEM 5%, respectiv auto refinisare 2%. De asemenea, în următorul tabel putem observa ponderile diferitelor tipuri de vopsele atât în mediul profesional cât și în cel DIY în Uniunea Europeană.

Se cunoaște faptul că durabilitatea straturilor de acoperiri protective este limitată iar timpul de viață rămas depinde de proprietățile fizico-chimice ale materialului polimeric de tipul și intensitatea factorilor de degradare și de interacțiile dintre aceștia. Din punct de vedere al eficacității protecției anticorozive, este absolut necesară identificarea momentului de debut al degradării. Acesta permite estimarea durabilității acoperirii într-un mediu dat, monitorizarea progresului fenomenului de degradare odată ce acesta a fost inițiat și, ceea ce pare a fi de cea mai mare importanță, predicția orizontului de timp cu privire la orice corecție necesară și măsuri preventive.

Protecția anticorozivă este garantată doar în cazul în care se obțin proprietăți foarte bune de adeziune între substratul metalic și acoperirea polimerică. Un grad de adeziune adecvat și implicit o durabilitate crescută a sistemului de protecție anticorozivă se poate atinge atât printr-o pregătire corespunzătoare a suprafeței ce urmează a fi acoperită prin operații de curățare, polizare, etc.) cât și prin alegerea corespunzătoare a sistemului de acoperire protective. Există o preocupare continuă la nivel internațional pentru dezvoltarea de sisteme durabile de acoperire și ca urmare este necesară și elaborarea de metode rapide de evaluare a rezistenței la coroziune a sistemelor metal/acoperire polimerică în vederea alegerii variantei optime de durabilitate pe termen lung. Principiul testelor uzuale de îmbătrânire accelerate este bazat pe aplicarea diferitelor categorii de stress (temperatura, umezeala, radiații UV) la valori mai mari decât în mediul natural pentru a se induce o deteriorare accelerată a sistemului. Un prim obiectiv al acestor teste accelerate îl constituie degradarea acoperirii protective într-un timp mult mai scurt decât în condiții de expunere naturală.

Spectroscopia de impedanță electrochimică (EIS) a fost utilizată timp de mulți ani pentru a se detecta debutul degradării acoperirilor polimerice. Ea conferă avantajul non-distructivității și capacității de a semnaliza primele semne de degradare a acoperirii mult mai devreme decât apariția defectelor macroscopice. Influența temperaturilor extreme și a schimbărilor de temperatură a fost în centrul multor investigații EIS în domeniul acoperirilor polimerice. De asemenea spectroscopia EIS de a fost utilizată pentru identificarea degradării acoperirii organice, cauzată de factori de origine mecanică, cum ar fi stresul la întindere sau abraziune. EIS a fost, de asemenea un instrument util în monitorizarea degradării acoperirii polimerice prin îmbătrânire accelerată sub radiații UV, deformare mecanică și cicluri termice. Oliveira și Ferreira au utilizat spectroscopia de impedanță electrochimică pentru a clasifica sistemele

de vopsire în ceea ce privește sensibilitatea lor la degradare atunci când acestea sunt testate în soluție de NaCl 3%, la temperatura mediului ambiant și la temperaturi ridicate.

Cu toate acestea, identificarea doar a momentului declanșării degradării suprafețelor acoperite cu straturi protective nu este de ajuns. Este necesară și identificarea modului și locului interacțiunii dintre diferite regiuni ale acoperirii polimerice cu mediul ambiant precum și a punctelor slabe ale acoperirii polimerice care sunt factor decizional privind rezistența întregului strat protector. Obținerea unor astfel de informații poate contribui la îmbunătățirea materialului de acoperire.

Au existat multe cercetări în domeniul utilizării spectroscopiei de impedanță electrochimică pentru efectuarea predicțiilor privind durata de viață a acoperirilor de protecție pe baza de sisteme polimerice. În unele cazuri cercetătorii au încercat să coreleze durata de viață cu măsurătorile EIS efectuate în condiții diferite de expunere. În alte cazuri, corelarea s-a realizat între măsurătorile EIS și condițiile de îmbătrânire accelerată sau proprietățile mecanice. Într-unul dintre studii, der Weijde și colaboratorii au încercat să facă predicții asupra duratei de viață a unor acoperiri polimerice intacte și respectiv cu defecte, utilizând de asemenea tehnica EIS. În urma rezultatelor experimentale, aceștia au ajuns la concluzia că predicția duratei de viață a structurilor protective polimerice este un fenomen complex iar tehnica EIS poate fi utilizată pentru evaluarea efectului doar în cazul unor variații mici ale factorilor ce influențează durata de viață a acoperirilor polimerice. În completarea tehnicii EIS, standardul ISO 12944 este singurul standard care oferă corelații directe între testele de expunere accelerată și durata de viață a acoperirilor protective polimerice, prin definirea categoriilor diferitelor medii corozive în funcție de valorile obținute în cadrul testelor specifice EIS.

Metoda de investigare prin spectroscopia de impedanță electrochimică (EIS) se utilizează doar pentru evaluări la nivel de laborator, neputând furniza informații referitoare la durata de viață în condiții reale și/ sau pentru sisteme aflate în exploatare. Aceasta metodă oferă date doar despre rezistența anticorozivă a stratului polimeric de protecție

Utilizarea spectroscopiei dielectrice (SD) nu a mai fost abordată până acum nici la nivel internațional pentru evaluarea duratei de viață și/sau timpului de viață rămas în cazul sistemelor metalice acoperite anticoroziv cu vopsele polimerice aflate în exploatare. Cele mai recente studii și experimentări în domeniu s-au materializat în două lucrări științifice ale unor colective de cercetători din care fac parte și specialiști din cadrul INCĐIE ICPE-CA, lucrări prezentate în cadrul unor Manifestări de specialitate în anul 2016.

Spre deosebire de metoda EIS, metoda SD furnizează informații complete privind caracteristicile dielectrice ale sistemului polimeric de protecție. Aceste informații sunt utilizate în evaluarea duratei de viață, precum și a timpului de viață rămas ÎN TIMP REAL a sistemelor aflate în exploatare. În acest mod se pot face predicții referitoare la momentul la care trebuie refăcută protecția anticorozivă.

• **Realizarea programului de încercări**

Materialele prime utilizate pentru obținerea probelor au fost vopsele pe baza de rasină epoxidică, rasină acrilică poliuretanică și rasină poliuretanică.

Au fost realizate pelicule cu grosimea cuprinsă între 80 și 120 μm din materialele S1 – S6, iar după polimerizarea completă, au fost efectuate determinări de analiză termică (DTA–DTG–TG) și de difracție de raze X.

Materialele utilizate, producătorii acestora precum și codificarea probelor sunt:

- S1 - Grund 1 grund epoxidic anticoroziv - Producator Sigmaprime 200 - Fabricant PPG
- S2 - Epx1 vopsea epoxidică - Producator Sigmacover 456 - Fabricant PPG
- S3- Grund 2 – vopsea epoxidică rezistentă la abraziune - Producator Intergard 410 Fabricant IP
- S4 - Vopsea acrilică-poliuretanică neagră – Producator Hardtop AS - Fabricant JOTUN
- S5 - Vopsea acrilică-poliuretanică albăstră – Producator Interthane 990 Fabricant IP
- S6 - PU-1 - vopsea poliuretanică – Producator SigmaDur 550H - Fabricant PPG
- P1 – placute depuse cu vopsea epoxidică – Producator Sigmacover 456 – Fabricant PPG
- P2 – placute depuse cu vopsea poliuretanică – Producator SigmaDur 550H – Fabricant PPG

Astfel în pregătirea probelor care a constat în depunerea succesivă a unui strat de protecție de tip vopsea epoxidică (grund epoxidic) pe suport metalic după care se adaugă un al doilea strat de vopsea epoxidică sau vopsea poliuretanică peste placa tratată cu grund

Programul de incercari este prezentat in fig. 1.

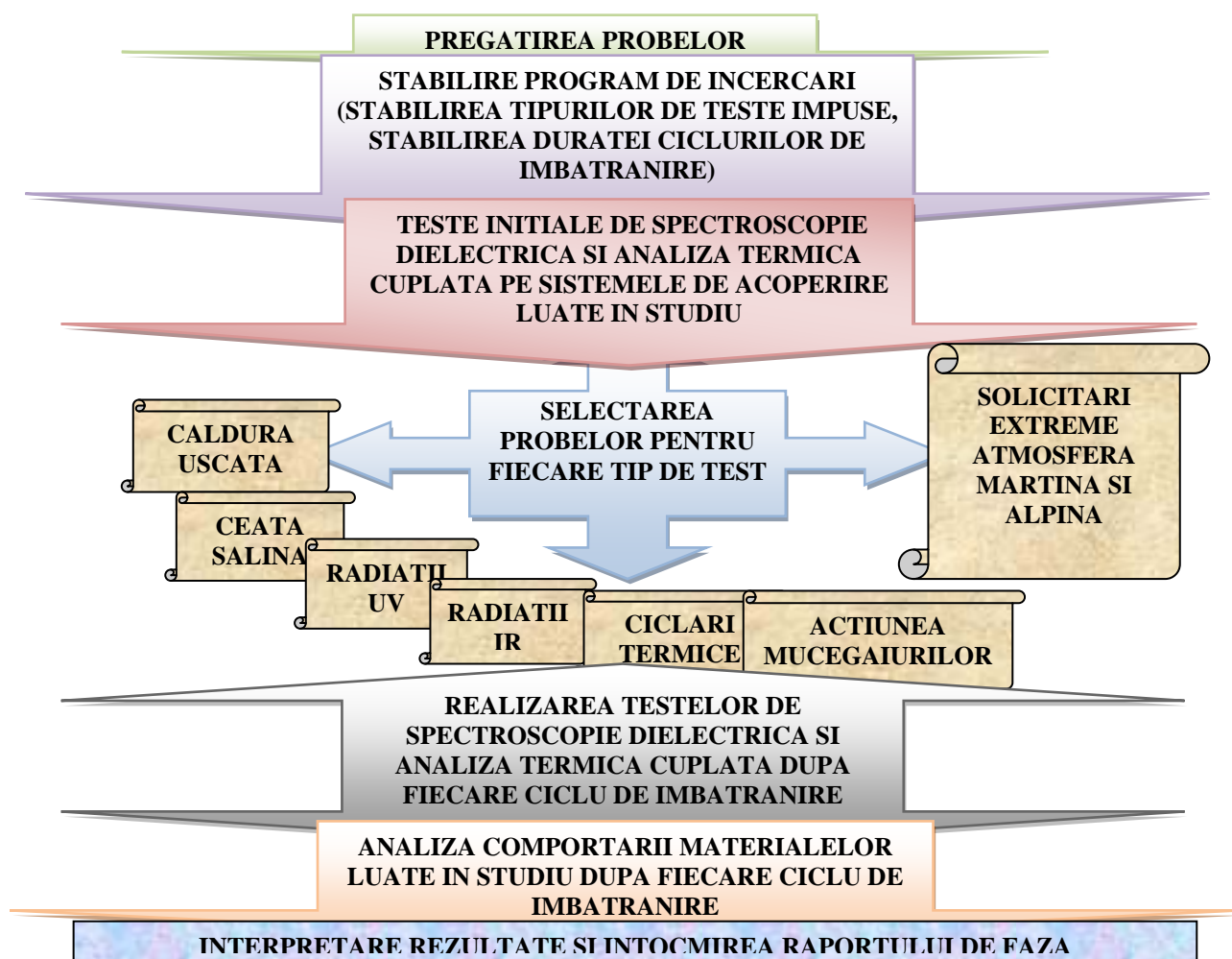


Fig 1 Programul de incercari

- **Realizarea testelor initiale**

- **Caracterizarea probelor initiale pe baza tehnicii spectroscopiei dielectrice**

Pentru materialele de acoperire luate in studiu s-au determinat initial si dupa fiecare ciclu de imbatranire urmatoarele caracteristici dielectrice: permitivitatea realtiva reală, permitivitatea relativă complexă si tangenta unghiului de pierderi dielectrice.

In figurile de mai jos au fost prezentate comparativ comportarea probelor luate in studiu. Probele analizate sunt vopsele pe baza de rasini: epoxidice, poliuretanic si acril poliuretanic.

Aceste probe au fost analizate din punct de vedere al permitivitatii relative reale, permitivitatii relative imaginare, tangentei unghiului de pierderi dielectrice si conductivitatii electrice.

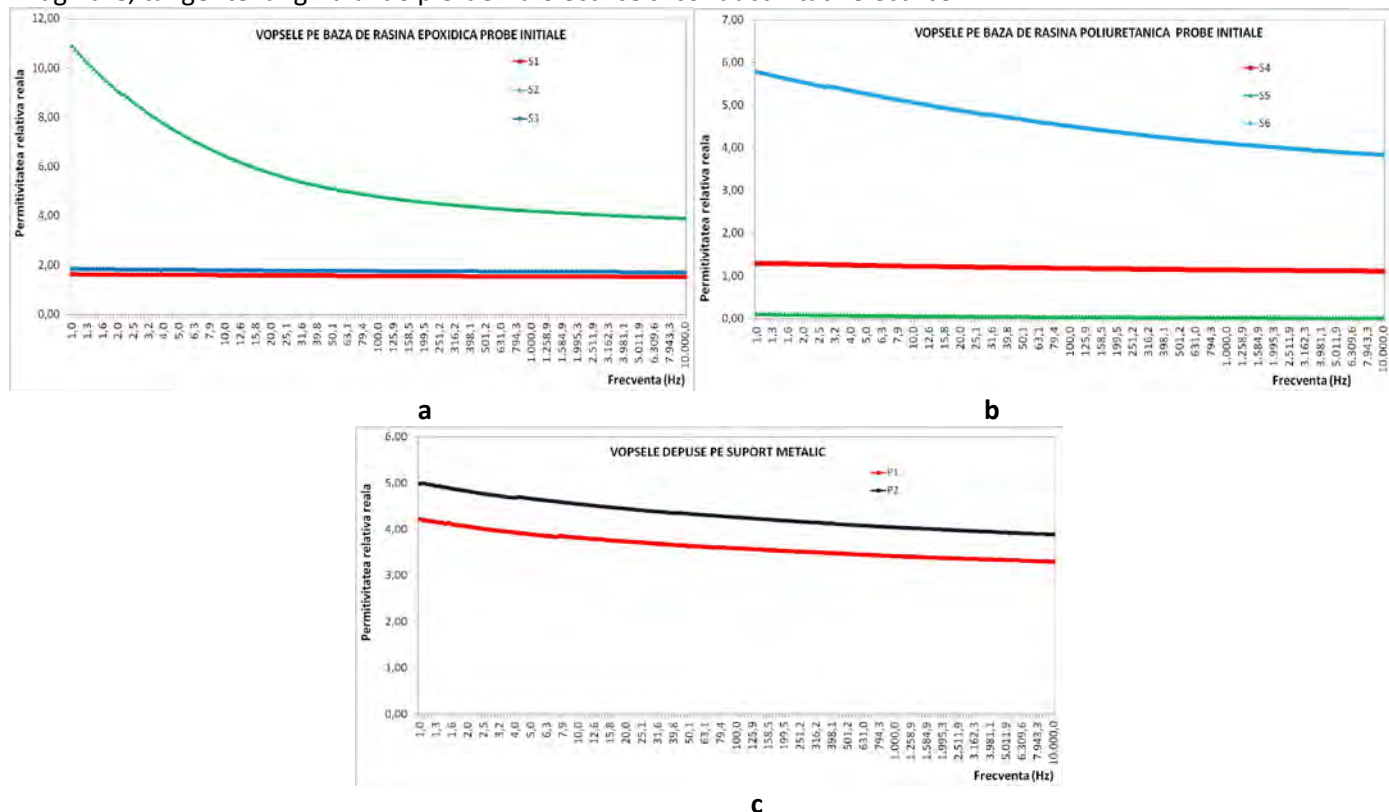


Fig. 2 Variatia permitivitatii relative reale pentru a) probele de vopsele epoxidice b) probele de vopsele poliuretanic, c) probele de vopsea depuse pe suport metalic

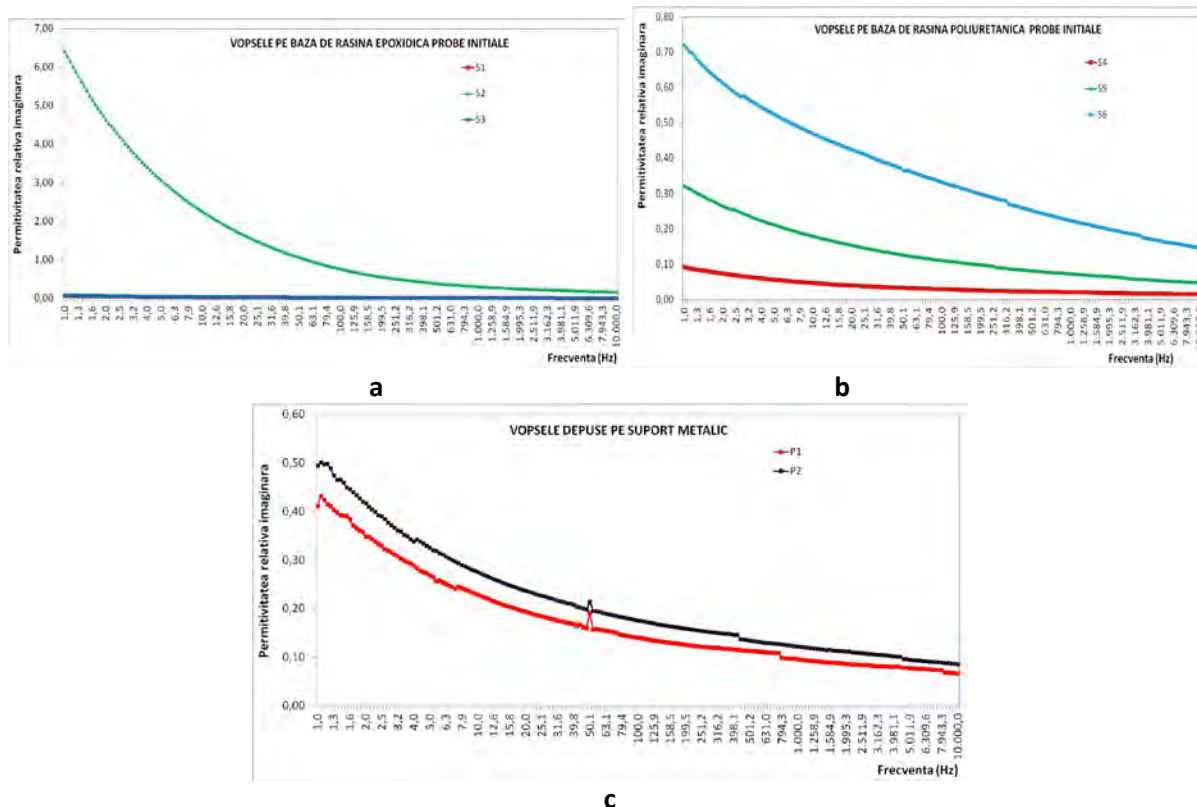


Fig. 3 Variatia permitivitatii relative imaginare pentru a) probele de vopsele epoxidice b) probele de vopsele poliuretanic,

c) probele de vopsea depuse pe suport metalic

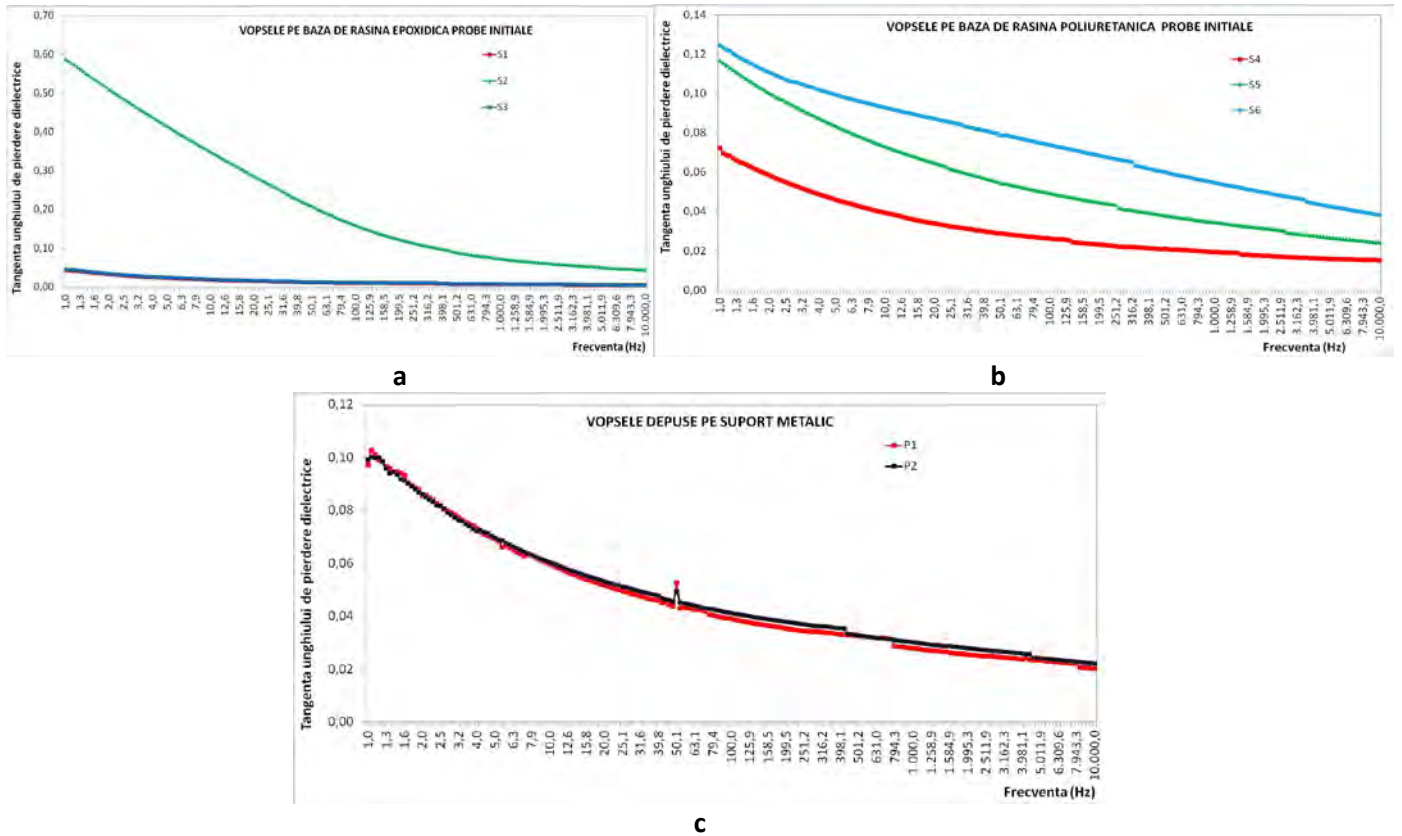


Fig. 4 Variatia tangentei unghiului de pierdere dielectrice pentru
 a) probele de vopsele epoxidice,
 b) probele de vopsele poliuretanic si c) probele de vopsea depuse pe suport metalic

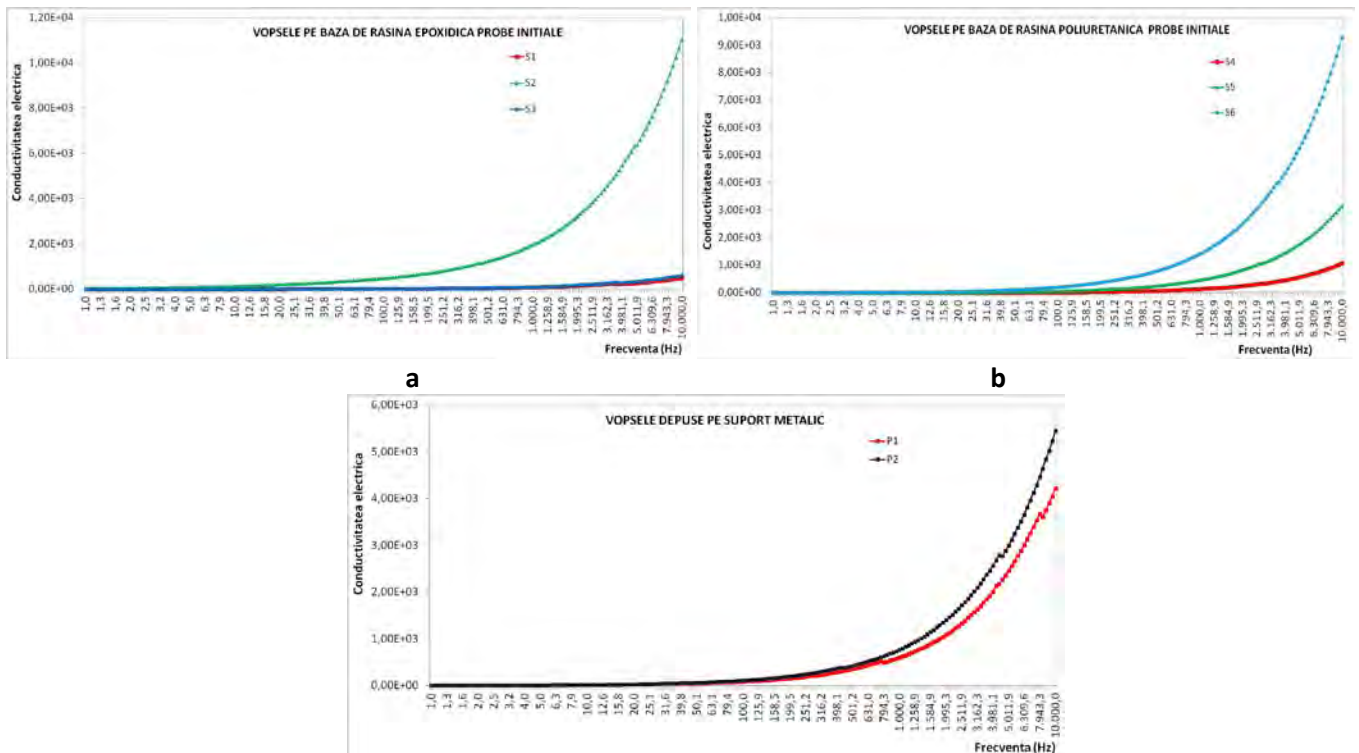


Fig. 5 Conductivitatea electrica a probelor initiale pentru
 a) probele de vopsele epoxidice
 b) probele de vopsele poliuretanic,

c) probele de vopsea depuse pe suport metalic

Caracterizarea probelor pe baza analizei termice prin tehnici cuplate

Determinările de analiză termică au fost realizate în următoarele condiții: domeniul de temperatură - 25°C → 600°C; viteza de încălzire -10 K/min; creuzete Pt-Rh; atmosferă: - aer static.

Un prim tip de comportament termic prezintă materialul S 1, la care înainte, de expunere la diferiți factori de stres au fost înregistrate termogramele din figurile de mai jos.

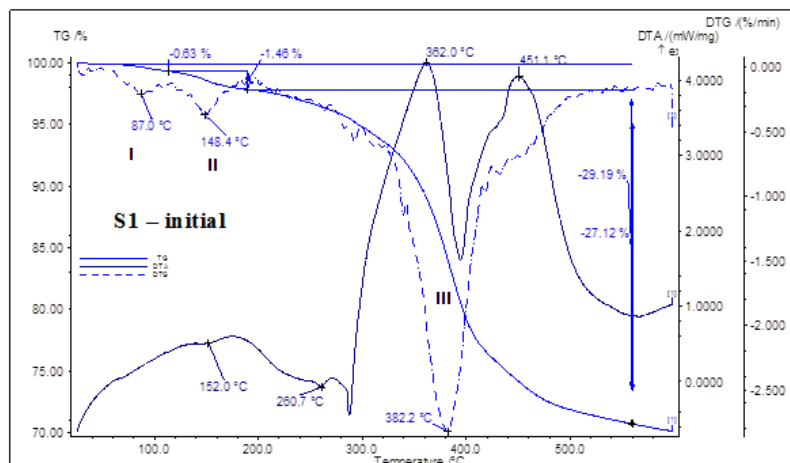


Fig. 6 Diagramele TG, DTA și DTG înregistrate pentru S 1 initial-inainte de conditionari

Parametrii caracteristici ai degradărilor termo-oxidative specifice materialului S1 sunt prezentate sintetic în Tabelul de mai jos. (Tabelul 1)

Tabelul 1 Parametri caracteristici ai degradării termo-oxidative pentru S1

| Materialul | Process I | | | | Process II | | | | Process III (complex) | | | | Δm_t [%] |
|------------|----------------|------------------------|-----------------|------------|----------------|-------------------------|-----------------|------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| | Δm [%] | DTG- T_{min} [°C] | DTA - T [°C] | ΔH | Δm [%] | DTG - T_{min} [°C] | DTA - T [°C] | ΔH | Δm [%] | DTG - T_{min} [°C] | DTA - T [°C] | ΔH | |
| S1 initial | 0,63 | 87,0 | 80,0 | En | 1,46 | 148,4 | 152,0 | En | 27,12 | 382,2 | 260,7 362,0 451,1 | En Ex Ex | 29,21 |

Δm = pierderea de masă în proces; Δm_t = pierderea de masă totală la 600°C; DTG- T_{min} = temperatura corespunzătoare minimului DTG; DTA-T = temperatura corespunzătoare minimului / maximului DTA; ΔH = efect endoterm (En) / exoterm (Ex)

Pentru S2 și S3 rezultatul măsurătorilor este prezentat în figura 7 și tabelul 2

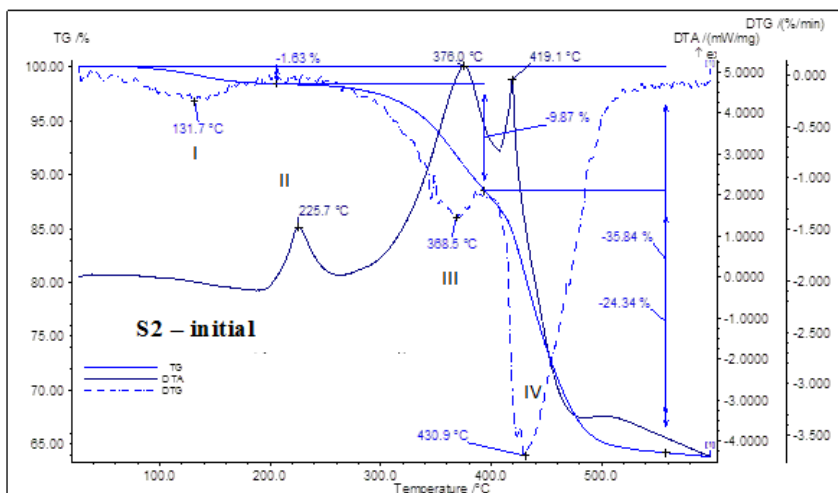


Fig. 7 Diagramele TG, DTA și DTG caracteristice pentru S2 și S3 initial

Tabelul 2 Parametri caracteristici degradării termo-oxidative pentru S2 și S3

| Materialul | Proces I | | | | Proces II | | | Proces III | | | Proces IV | | | Δm_t [%] | |
|------------|----------------|------------------------|------------------|------------|------------|------------|----------------|------------------------|------------|------------|----------------|------------------------|------------|------------------|------------|
| | Δm [%] | DTG- T_{min} [°C] | DTA- T [°C] | ΔH | DTA-T [°C] | ΔH | Δm [%] | DTG- T_{min} [°C] | DTA-T [°C] | ΔH | Δm [%] | DTG- T_{min} [°C] | DTA-T [°C] | | ΔH |
| S2 initial | 1,63 | 131,7 | - | En | 225,7 | Ex | 9,87 | 368,5 | 376,0 | Ex | 24,34 | 430,9 | 419,1 | Ex | 35,84 |
| S3 initial | 1,65 | 130,2 | - | En | 221,2 | Ex | 9,99 | 363,1 | 375,2 | Ex | 24,87 | 429,6 | 415,2 | Ex | 36,55 |

Rezultatele analizei termice efectuate pe restul de probe S4,S5,S6 sunt prezentate in tabelul 3

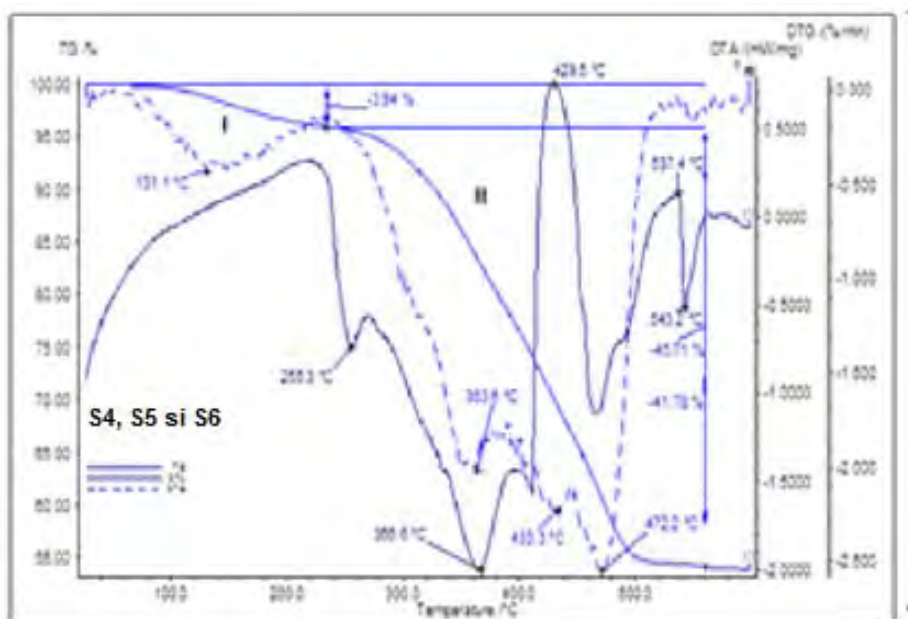


Fig. 8 Diagramele TG, DTA și DTG caracteristice pentru S4, S5 și S6

Tabelul 3: Parametri caracteristici degradării termo-oxidative pentru S4, S5 și S6

| Materialul | Proces I | Proces II (complex) | Δm_t |
|------------|----------|---------------------|--------------|
|------------|----------|---------------------|--------------|

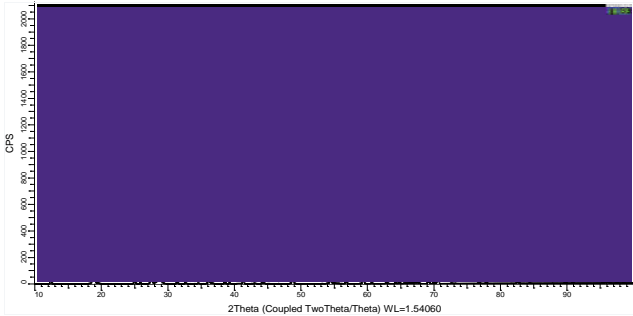
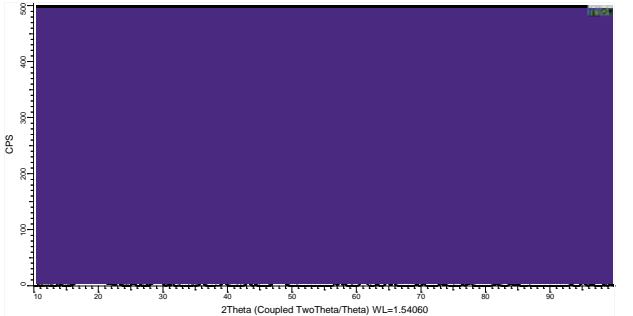
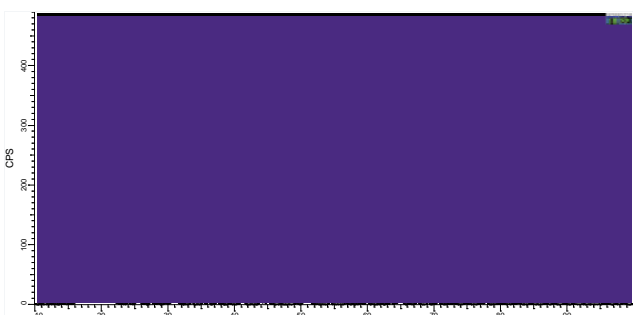
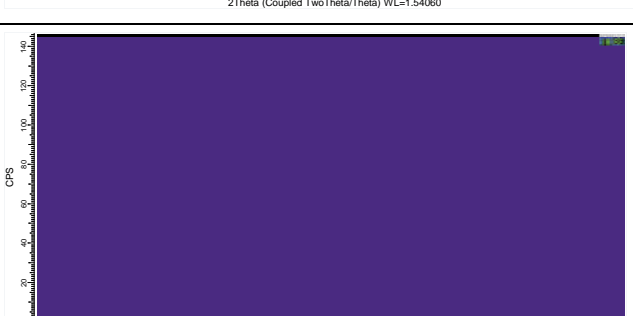


| | Δm [%] | DTG- T_{min} [°C] | DTA- T [°C] | ΔH | Δm [%] | DTG- T_{min} [°C] | DTA- T [°C] | ΔH | [%] |
|------------|-------------------|------------------------|------------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-------|
| S4 initial | 4,01 | 128,7 | - | En | 43,11 | 360,1 432,9 469,1 | 250,1 361,2 425,3 533,6 | En En Ex Ex | 47,13 |
| S5 initial | 3,95 | 130,4 | - | En | 42,01 | 361,7 432,1 471,1 | 254,1 364,9 427,4 536,1 | En En Ex Ex | 45,97 |
| S6 initial | 3,94 | 131,1 | - | En | 41,78 | 363,6 433,3 472,2 | 255,3 366,6 429,5 537,4 | En En Ex Ex | 45,71 |

Caracterizarea probelor pe baza analizei de difracție de raze X

Rezultatele in urma testelor de difracție de raze X sunt prezentate in Tabelul de mai jos

Tabelul 4 :Gradul de cristalinitate a probelor luate in studiu

| Materialul | Gradul de cristalinitate [%] | Spectrul de difracție de raze X |
|------------|------------------------------|---------------------------------|
| S1 | 87 | |
| S2 | 86.5 | |

| | | |
|----|------|--|
| S3 | 89.4 |  |
| S4 | 83.4 |  |
| S5 | 79.7 |  |
| S6 | 86.6 |  |
| P1 | 73.3 |  |
| P2 | 83.6 |  |

PN1611 0212-Model experimental de sistem de pozitionare liniară de tip "inchworm"actionat piezoelectric, cu forță activă în starea de repaus

Faza1:Alegerea solutiei constructive a sistemului de pozitionare

Obiectivul fazei constă în alegerea soluției constructive a sistemului de poziționare. Aceasta presupune analiza mai multor configurații cinematice de sisteme de indexare (fixare) a poziției și alegerea uneia considerată optimă față de celelalte.

S-a realizat un scurt studiu privind stadiul actual de dezvoltare în domeniul acționărilor piezoelectrice cu sisteme de tip inchworm. Au fost citate soluții constructive din literatură, metode de control și au fost prezentate tehnici de măsurare a parametrilor sistemelor de poziționare.

Au fost imaginat cinci soluții constructive (scheme cinematice) ale sistemului de indexare a poziției (fig. 1-5), fiind aleasă ca optimă varianta din Fig. 5.

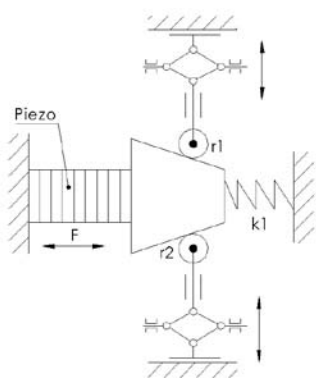


Fig. 1. Soluție de indexare a poziției cu camă și role, varianta 1

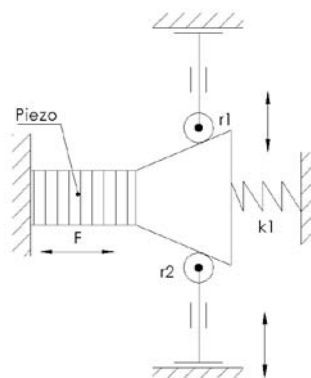


Fig. 2. Soluție de indexare a poziției cu camă și role, varianta 2

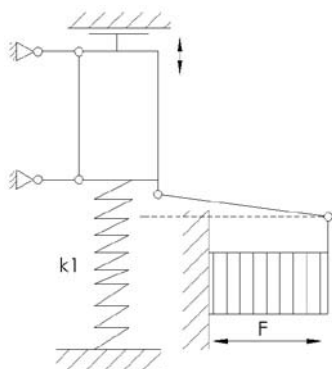


Fig. 3. Soluție de indexare a poziției cu mecanism paralelogram

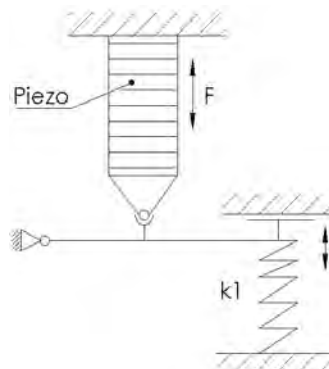


Fig. 4. Soluție de indexare a poziției cu pârghie

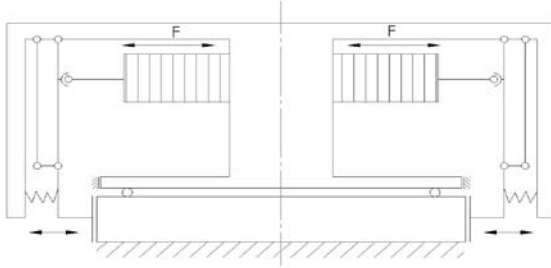


Fig. 5. Soluția de indexare a poziției aleasă pentru implementare

Au fost analizate avantajele și dezavantajele fiecărei variante și a fost selectată ca optimă varianta din Fig. 5 deoarece aceasta permite adaptarea ușoară la căi de rulare comerciale și are avantaje precum:

- minimizarea numărului de componente,
- reducerea la minim a numărului de reglaje,
- amplificarea mișcării,
- realizarea simultană a forței de frânare și a pretensionării actuatorului piezoelectric,
- prin așezarea arcului în dreptul frânei se poate utiliza un arc cu forță mică (și dimensiuni reduse) care prin amplificarea dată de pârghie poate rezolva și problema pretensionării stivei piezoelectrice. Dimensiunile mici ale arcului ajută de asemenea și la reducerea gabaritului final al sistemului de poziționare.

S-a ales un sistem de indexare a poziției cu amplificarea mișcării cu pârghie, realizată cu un mecanism paralelogram.

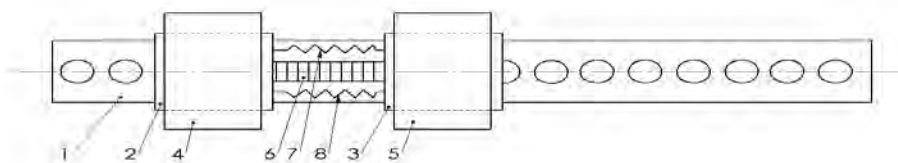


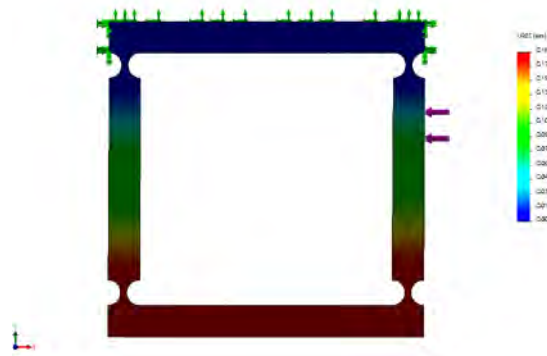
Fig. 6. Structura completă a sistemului de poziționare, incluzând calea de rulare cu glisieră, sistemele de indexare și sistemul de avans

Sistemul de poziționare a fost completat cu modulul de avans și s-a obținut sistemul schițat în Fig. 6 în care se pot observa calea de rulare (1) pe care sunt ghidate cele două glisiere (2) și (3). Acestea poartă sistemele de indexare a poziției (4) și (5). Sistemul de avans, este compus din actuatorul piezoelectric (6) și cele două arcuri de pretensionare (7) și (8).

Au fost realizate calcule estimative privind alegerea elementelor piezoelectrice de acționare primare, rezultând parametrii:

- dimensiuni de 5x5x10mm,
- tensiune de alimentare de 150V,
- deformație de 14μm și
- forță de blocare de 900N.

S-a realizat o simulare mecanică preliminară a unui mecanism de tip paralelogram cu articulații elastice (Fig. 7) și s-a determinat faptul că se pot obține amplificări ale mișcării mult mai mari (180μm) decât cea considerată necesară (50μm) fără a se depăși limita de curgere a materialului.



d) Deformarea maxima 0,186 mm

Fig. 7. Deformarea structurii tip paralelogram cu articulații elastice

PN1611 0301-Influenta campurilor electromagnetice asupra celulei vii

Faza1: Studii privind aplicarea campului electromagnetic modulată pe diferite tipuri de celule.

Principalele activități realizate în cadrul anului 2016 au avut drept scop:

- **realizarea unui studiu documentar** privind aplicarea câmpului electromagnetic modulată și monitorizarea efectului pe diferite tipuri de celule;
- **elaborarea unui protocol experimental** de aplicare a câmpului electromagnetic generat asupra celulei vii cu accent deosebit asupra concepției și realizării dispozitivelor specializate pentru aplicarea controlată a componentelor câmpurilor (electric și magnetic) în vederea asigurării unei distribuții omogene a liniilor de câmp în biomasa investigată și în conformitate cu tehnicile uzuale de microbiologie.

Activitate nr. 1

Cercetările din ultimii 20 de ani, pentru elucidarea efectelor câmpurilor electrice și magnetice de joasă frecvență (EMF), au contribuit la înțelegerea mediului electromagnetic la care sunt expuse sistemele biologice, creând, în același timp, numeroase controverse privind efectele câmpului electromagnetic asupra acestor sisteme.

Câmpurile electromagnetice pot produce efecte asupra majorității sistemelor biologice; acestea au fost studiate atât *in vitro*, cât și *in vivo*. Ținând cont de raportările științifice actuale, impactul câmpurilor electromagnetice asupra celulei vii, inclusiv a microorganismelor, este selectiv în funcție de specie, de intensitatea și frecvența câmpului aplicat. Impactul poate accelera, inhiba sau chiar modifica procesele de metabolism.

Astfel, a fost realizat un studiu documentar susținut de 164 referințe bibliografice privind aplicarea câmpului electromagnetic și monitorizarea efectului pe diferite tipuri de celule (eucariote și procariote) – inclusiv metode de investigare aplicabile. Utilitatea acestui studiu se regăsește prin:

- *stabilirea parametrilor de intrare pentru realizarea surselor de generare a câmpului electric/magnetic/electromagnetic în gama de frecvență 10 Hz – 10 KHz necesare aplicării câmpurilor electromagnetice pe probe biologice:*

Pentru a urmări efectele câmpurilor electromagnetice, în literatura de specialitate au fost propuse mai multe modele teoretice conceptuale. Unul dintre cei mai complicați factori pentru a compara efectele biologice ale câmpurilor electromagnetice este marea varietate a sistemelor de expunere, abordările experimentale utilizate pentru a evalua posibilele răspunsuri ale celulei, precum și istoricul acțiunilor (stresul inițial înainte de expunere la CEM) asupra tipului de celulă. Mai mult decât atât, de obicei este dificil să se diferențieze efectele termice de posibilele efecte non-termice atunci când sunt studiate expunerile la un nivel foarte scăzut de radiații neionizante.

Din sinteza raportărilor bibliografice a fost reținută problematica atât a dispozitivelor de polarizare care să asigure o distribuție uniformă a câmpului pe materialul biologic investigat, cât și a generatoarelor de semnal adecvate necesare în aceste determinări, respectiv care asigură un control riguros al frecvenței și amplitudinii semnalului aplicat – în domeniul frecvențelor extrem de joase (la care au loc modificări substanțiale ale metabolismului celular).

- *conceperea unei scheme bloc a unui echipament specific de generare a câmpului electric cu frecvență și amplitudine controlabilă:*

În cadrul acestui studiu, a fost concepută o schema bloc a unui echipament specific de generare a câmpului electric cu frecvență și amplitudine controlabilă în domeniul frecvențelor extrem de joase (figura 1), sursă care a fost realizată și experimentată cu succes.

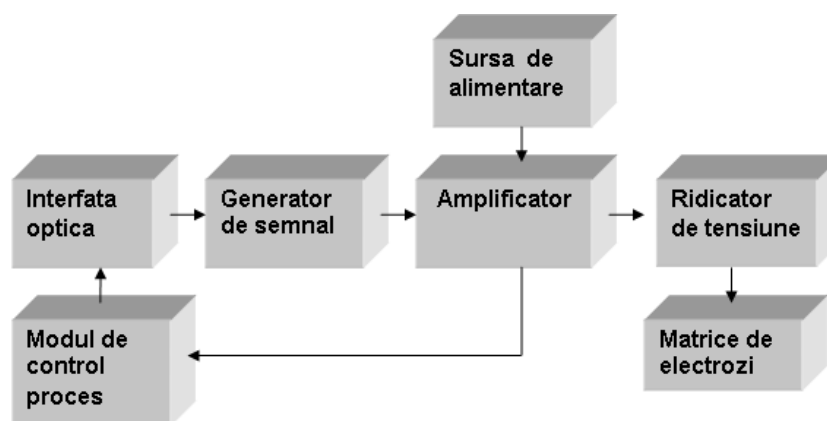


Figura 1. Schema funcțională a unui sistem de generare a câmpului electric cu frecvență și amplitudine controlabilă

- cunoașterea efectelor biologice ale expunerii la câmpuri electromagnetice și a metodelor de investigare a celulei vii:

Studii ample realizate atât pe microorganisme eucariote (alge, drojdii și mușcariuri), cât și pe procariote (eubacterii și archaea) folosind diferite regimuri electromagnetice au dus la concluzia că efectele biologice depind de intensitatea câmpului, frecvența, forma pulsului, intensitatea magnetică, durata expunerii etc. – de unde rezultă că, în scopul obținerii de rezultate reproductibile se impune definirea foarte exactă atât a condițiilor de experimentare (biomasă, mediu, etc.) cât și a semnalului perturbator aplicat (intensitate câmp, forma semnal, etc.).

Efectele câmpului electromagnetic asupra celulei vegetale este un domeniu de studiu având o însemnătate economică foarte mare prin posibilitatea de îmbunătățire a randamentelor unor procese tehnologice de fabricare a alimentelor și băuturilor pe bază de fructe și legume (sucuri, piureuri), precum și prin creșterea duratei de utilizare a acestor produse alimentare vegetale ca urmare a inactivării microbiene în produsele supuse tehnicilor electrofizice.

Influențele câmpului electromagnetic asupra structurilor biologice au la bază fenomenul de electroporare, adică perforarea membranei celulare sub acțiunea electrofizice.

În figura 2 este prezentată imaginea microscopică a unor celule înainte și după expunerea la câmpul electric. Se poate observa polimerizarea actinei la nivelul membranei celulare, după 5 minute de la acțiunea impulsului electric.

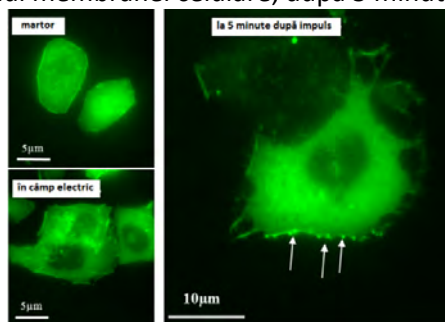


Figura 2. Modificări ale membranei vegetale după aplicarea câmpului electric

Aplicațiile industriale ale mecanismului de electroporare sunt multiple: biotehnologii, tehnologii de tratarea apelor uzate, purificare, medicina etc. Electroporarea poate fi reversibilă sau ireversibilă, în funcție de parametrii câmpului electric aplicat. Astfel, eficiența acestei tehnici este determinată de parametrii câmpului electric pulsatoriu aplicat, de compoziția mediului supus electroporării și de presiunea osmotică a acestuia. Printre parametrii câmpului electric pot fi menționați: amplitudinea impulsului, durata, numărul de impulsuri și frecvența acestora.

Studiul documentar a investigat de asemenea și influența câmpului electromagnetic asupra microorganismelor de fermentație și monitorizarea efectului asupra creșterii și reproducerii acestora.

Aplicarea unor câmpuri electrice pulsatorii de înaltă intensitate (PEF) pe o suspensie de celule țintă (ADN), duc la eliberarea materialului genetic; în mod normal ADN-ul nu poate străbate membrana celulară, însă formarea de pori permite acest transfer.

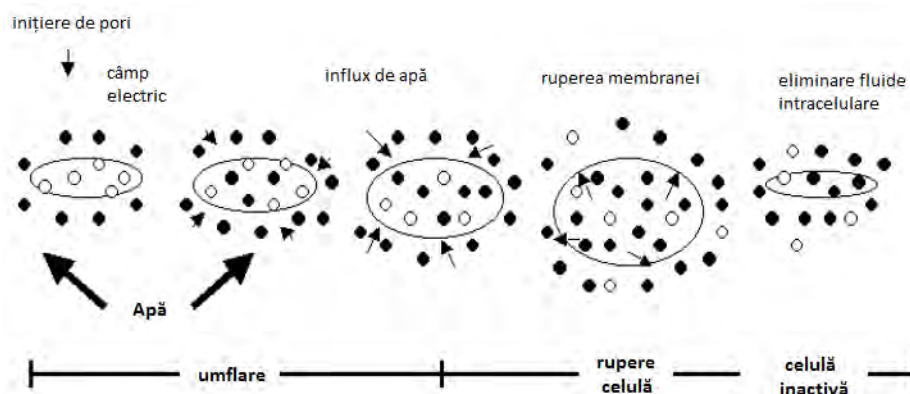


Figura 3. Reprezentarea schematică a inactivării celulei sub acțiunea impulsurilor de câmp electric

Diverse tulpini de bacterii lactice (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophiles*, *Lactococcus lactis*) au fost expuse la PEF cu intensități variind între 2 și 10 kV/cm pe parcursul procesului de fermentare în două vase, martor și proba de testat. Câmpul electric pulsatoriu nu a determinat stimularea culturilor microbiene, nici producția de bacteriocină. O inhibare a dezvoltării microbiene a fost înregistrată atât pentru *S. thermophilus*, cât și pentru *L. bulgaricus* în condițiile creșterii intensității câmpului electric.

Efectele CEM asupra culturilor de *Saccharomyces cerevisiae* au fost subiectul a numeroase studii de specialitate. Prin diferite metode biologice și electrice s-a arătat că, în funcție de frecvența și intensitatea câmpurilor electromagnetice, acestea produc modificări în dezvoltarea și metabolismul drojdiei de bere. Tatabe și colab. au raportat un interval de frecvență optim între 15 – 30 Hz, în care depleția glucozei în mediul de cultură și dispariția undelor armonice sunt strâns interconectate. Câmpul electric nu penetrează celulele de *Saccharomyces cerevisiae*, creează sarcini electrice de suprafață, în timp ce câmpul magnetic poate penetra membrana și intra profund în interiorul celulei, afectând întregul organism. Cho și colaboratorii au demonstrat că un CEM în domeniul 1-10 Hz poate afecta structura microfilamentelor: de la o structură aliniată, în proteine separate (actină, tubulină, miozină). Creșterea de la 20 la 120 Hz nu afectează structura microfilamentelor, rezultând ca la frecvențe joase structura filamentelor este strâns legată de condițiile de rezonanță mecanică.

Cel mai cunoscut efect al câmpului electromagnetic este reprezentat de mișcarea browniană a ionilor și alterarea transportului ionic. Pe de altă parte membrana celulară este considerată a fi punctul cheie al efectelor CEM asupra ratei legăturilor între ioni și liganți. Astfel, CEM afectează receptorii și semnalul lanțurilor implicate în transportul ionilor de Ca și al factorilor de creștere.

Câmpul magnetic de 550 mT, stimulează producția de etanol și absorbția glucozei cu 30%, respectiv 20%. Motta și colaboratorii au indicat că există schimbări semnificative în performanța fermentațiilor expuse câmpului magnetic: au fost observate după o fază lag inițială, procesul final fiind scurtat cu 4 ore. Alt parametru important este reprezentat de absorbția de energie în timpul expunerii la câmpuri magnetice statice. În general nu există o energie de câmp transmisă celulelor vii, dar câmpul poate afecta nivelele de energie din anumite molecule.

Intr-un alt studiu s-a arătat că pentru *Saccharomyces cerevisiae*, câmpul electric perturbator de 50Hz reprezintă un factor de stres, la care drojdia are tendință de adaptare prin schimbarea procesului de metabolism. Creșterea tulpinilor de *Saccharomyces cerevisiae* în câmp de foarte înaltă frecvență a scos în evidență faptul că semnalele perturbatoare de 905MHz afectează creșterea și produce atât vătămări ale ADN, cât și alterarea expresiei genelor.

Un grup de cercetători, au arătat că celulele de drojdie *Schizosaccharomyces pombe*, într-un anumit câmp electric, au tendința să urmeze direcția acestuia. Acest fenomen poate fi important în interacțiunea dintre celule în cazul consorțiilor microbiene.

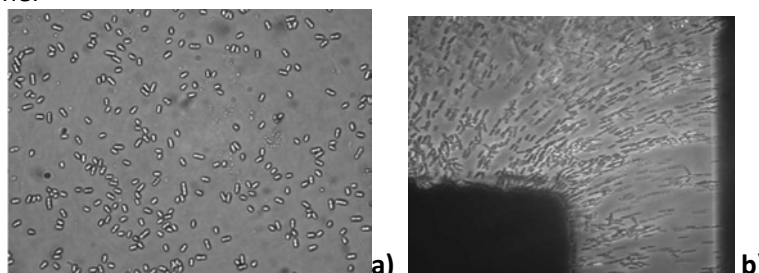


Figura 4. Orientarea celulelor *Schizosaccharomyces pombe* înainte (a) de aplicarea unui câmp electric și respectiv creșterea orientată a acestora în câmp electric (b)

Aplicarea unor câmpuri electrice externe poate afecta dramatic polaritatea creșterii la o varietate de fungi filamentoși: *Neurospora crassa*, *Aspergillus nidulans*, *Mucor mucedo*, *Trichoderma harzianum*, *Achlya bisexualis*. Datorită acestor câmpuri pot fi afectate de asemenea: formarea tubului de germinare, direcția extinderii hifale, frecvența ramificării și germinării. *Neurospora crassa* și *Achlya bisexualis* se dezvoltă și își formează ramificații spre anod, în timp ce *Aspergillus nidulans* și *Mucor mucedo* dezvoltă tropism spre catod. Galvanotropismul hifelor și ramificațiilor de *Trichoderma harzianum* este în direcții opuse. Hifele se aliniază perpendicular în timpul dezvoltării o dată cu creșterea intensității câmpului; acest lucru sugerează că prin orientarea perpendiculară a hifelor se produc perturbări în potențialul de membrană al celulelor ce ar trebui să fie aliniate paralel față de câmpul aplicat. Rezultatele studiului privind influența câmpurilor electrice de 50Hz asupra creșterii fungului filamentos *Aspergillus niger* pe mediul Czapek-Dox cu sursă de carbon - comparativ cu zaharoza și cu amidon au sugerat faptul că, procesul de biosinteză a enzimei determinante în metabolizarea zaharozei este accelerat datorită suprapunerii câmpului electric de 50 Hz asupra mediului de cultură, în comparație cu sinteza enzimei determinante în metabolizarea amidonului care nu a fost influențată de câmpul aplicat.

În plus, prin studiul efectuat au fost identificate câteva metode posibile de investigare a celulei vii: tehnici de spectroscopie vibrațională precum Spectroscopia în IR și Raman; spectroscopie Raman confocală; spectroscopia Raman; spectroscopie dielectrică; microscopie confocală; etc.

F2: Elaborarea unui protocol experimental de aplicare a câmpului electromagnetic generat asupra materiei vii **Activitate nr. 2**

A fost realizat un protocol experimental de aplicare a câmpului electromagnetic generat asupra celulei vii cu accent deosebit pe concepția și realizarea dispozitivelor specializate pentru aplicarea controlată a componentelor câmpurilor (electric și magnetic) în vederea asigurării unei distribuții omogene a liniilor de câmp în biomasa investigată și în conformitate cu tehnicile uzuale de microbiologie. Utilitatea protocolului se regăsește prin:

- stabilirea etapelor de lucru pentru pregătirea probelor biologice și aplicarea câmpului electric/magnetic generat;
- conceperea unor scheme bloc a unor echipamente specifice de generare a câmpului electric și magnetic cu frecvență și amplitudine controlabilă;
- realizarea și testarea instalațiilor de generare/aplicare câmp electric/magnetic pe probe biologice;
- cunoașterea efectelor biologice ale expunerii la câmp electromagnetic.

Protocolul realizat include:

1. Materiale

- Mediu de cultură BG11
- Cultura pură de *Chlorella sorokiniana*

2. Aparatura

- camera climatică tip MLR – 351H, temperatura: 10-50°C, umiditate: 60-90%RH, iluminare: 0-20000lx
- balanță analitică
- autoclav tip Systec V-150
- etuva tip Memmert
- hota microbiologică clasa a II-a de siguranță – BIOHAZARD tip BIOQUELL
- densitometru McFarland
- vortex tip Phoenix Instrument RS-VF100
- instalație experimentală de aplicare a câmpului electric
- instalație experimentală de aplicare a câmpului magnetic

Etapile de lucru urmărite în cadrul protocolului sunt:

1. Pregătire mediu de cultură

Mediul de cultură utilizat pentru creșterea microalgei de *Chlorella sorokiniana* a fost BG11 (Blue Green medium). Mediul de cultură final, pH – 7,1 se autoclavează la 115 °C timp de 15 minute.

2. Pregătire suspensie algala

Suspensia algala de *Chlorella sorokiniana* a fost pregătită dintr-un amestec de 140 ml BG 11 și 10 ml de inocul. Inoculul a fost reprezentat de o suspensie omogenă, mediu de cultură BG 11 și cultură pură de *Chlorella sorokiniana* UTEX 1230 0,5 McFarland (150×10^6 celule/ml).

3. Descriere/Pregătire instalație experimentală de generare și aplicare a câmpului electric

3.1. Sursa de tensiune controlata a semnalului sinusoidal

In cadrul acestei etape a fost conceputa o schema bloc a unui montaj specific de generare a campului electric cu frecventa si amplitudine controlabila (figura 5).

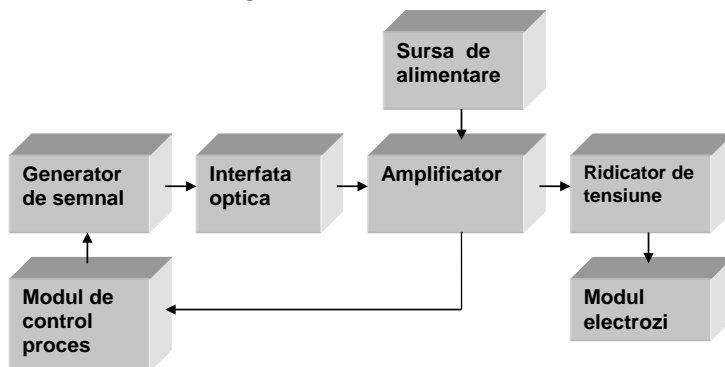


Figura 5. Schema bloc a sursei de generare a campului electric cu frecventa si amplitudine controlabila

Principalele parti componente ale montajului experimental de generare a campului electric sunt:

1. generator de semnal sinusoidal tip E Tabor Electronics WW 2074 realizat in tehnologie DDS (sinteza digitala directa), forme de unda sinus, triunghi, Logic, iesire TTL, gama de frecventa de la 0.001 Hz la 5 MHz;
2. amplificator si ridicator de tensiune: proiectare si realizare in cadrul laboratorului, amplificator cu 2 canale, putere $P_{max}=240W$, pe sarcina de 8 ohmi;
3. sursa dubla de tensiune tip BK Precision 1761, 2x30Vdc la curent max.5A ;
4. modul de control al procesului (sistem de calcul tip laptop) cu software specializat;
5. modul de electrozi.

Sursa de tensiune realizata si experimentata cu succes este capabila să debiteze pe sarcini capacitive (cu capacitatea mai mică 10nF și tangenta unghiului de pierderi $tg\delta < 0,3$), tensiuni sinusoidale cu amplitudinea constantă și reglabilă în domeniul 250 ÷ 1500V_{eff} și frecvența impusă / selectabilă în domeniul: 5 Hz – 2000 Hz.

Amplificatorul de semnal sinusoidal experimental a fost realizat după un montaj având în etajul final tranzistoare de tip MOSFET și drept sarcină două transformatoare de înaltă tensiune cu înfășurările primare legate în paralel și secundarele legate sinfazat în serie. In oscilograma din figura 6 este prezentata forma si amplitudinea semnalului debitat de amplificator pentru cazul functionarii la $f = 50$ Hz.

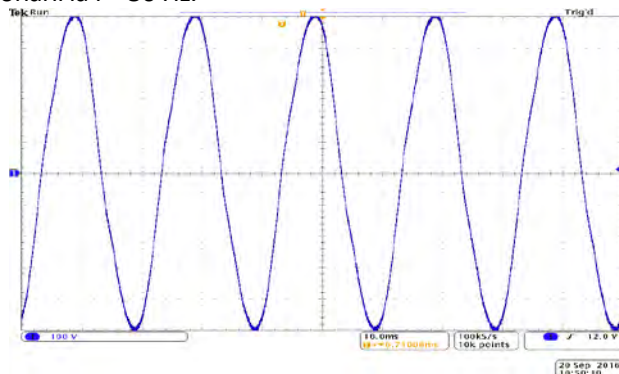


Figura 6. Forma si amplitudinea semnalului debitat de amplificator, funcție de semnalul aplicat la intrare

3.2. Modul electrozi de polarizare

La proiectarea electrozilor de polarizare s-a pornit de la urmatoarele cerinte: realizare electrozi de polarizare din material de tip sticlotextolit placat cu cupru (figura 7), dispusi tangent pe suprafata paharului; mentinerea unei distante minime de 3 mm/1kV (suprafata de izolatie din sticlotextolit) pentru evitarea tensiunii de strapungere; alimentarea ansamblului de electrozi de la o tensiune sinusoidala de 1000Vpp; asigurarea izolarii galvanice a electrozilor fata de agitator/shaker.

In dimensionarea suprafetelor electrozilor s-a tinut cont de gabaritul paharelor pentru probe, astfel pentru un numar de 2 pahare Berzelius ($d = 60$ mm) au fost alocate suprafete de 60 mm cu spatii de izolatie de 30 mm si 2 zone de laterale de 40 mm (figura 7).



Figura 7. Configuratia de amplasare a electrozilor de polarizare cu conexiunile aferente

Au rezultat urmatoarele dimensiuni de gabarit: 2 unitati de electrozi; lungime placa electrozi: 155 mm; latime placa electrozi: 70 mm; suprafata unitate electrod: 70x70 mm; grosime placa electrozi: 1,7 mm

3.3. Agitator/shaker

Pentru amestecarea si omogenizarea suspensiei algale s-a conceput si realizat un agitator/shaker (figura 8) cu 2 unitati, cu turatie reglabila, fiecare avand propriul sistem de antrenare, pe un suport comun din textolit cu grosimea de $G=10$ mm. Parametrii impusi la proiectarea acestuia, similari cu ai altor produse din domeniu, au fost urmatoarii: 2 unitati / platane pentru probe; turatie variabila: 60 – 400 rpm; diametrul platanului $D=70$ mm; greutate pahar cu solutie: $G= 250$ g

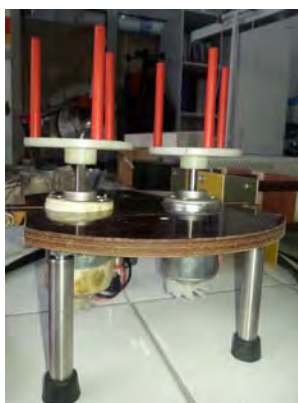


Figura 8. Agitator/shaker

In figura 9 este prezentata instalatia experimentală finală de aplicare a câmpului electric asupra suspensiei algale, amplasată în camera climatică, alcătuită din electrozii de polarizare și agitatorul/shaker-ul.



Figura 9. Instalatie experimentală de aplicare a câmpului electric amplasată în camera climatică

4. Descriere/Pregătire instalatie experimentală de generare și aplicare a câmpului magnetic

In cadrul acestei etape a fost concepută o schema bloc a unui montaj specific de generare a câmpului magnetic (figura 10).

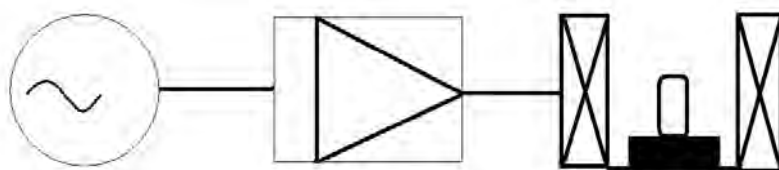


Figura 10. Schema bloc a unui montaj specific de generare a câmpului magnetic

Principalele parti componente sunt: Generator de unda Tabor Electronics; Amplificator HSA 4014, DC-1 MHz/200VA; Sistem de bobine Helmholtz. Pentru a obtine o zonă de camp magnetic uniform, pentru instalatia experimentală de generare/aplicare a campului magnetic, s-a folosit un sistem de bobine Helmholtz. Bobinele utilizate sunt cele prezentate în figura 11, avand diametrul de 30 cm și 900 de spire, câmpul magnetic produs de acestea a fost de 10 mT.

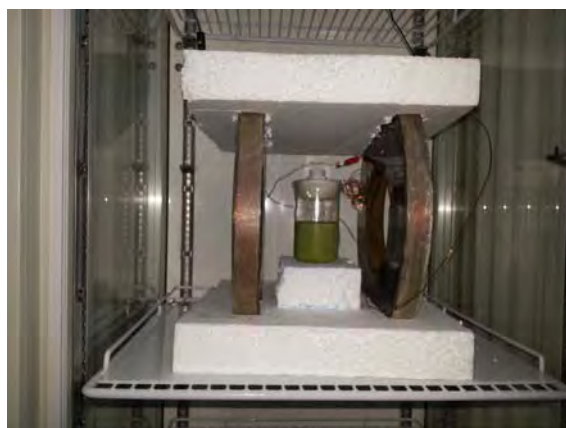


Figura 11. Sistem de bobine Helmholtz

5. Testare instalatii experimentale realizate (aplicare camp electric/magnetic)

Instalația experimentală de aplicare a câmpului electric realizată în cadrul protocolului a fost testată pe o tulpina de *Chlorella sorokiniana*, asigurându-se condițiile optime de creștere și dezvoltare.

Experimente preliminare

Pentru a urmări influența câmpului electromagnetic asupra celulei vii, au fost realizate 3 seturi de experimente preliminare pe mai multe tipuri de microorganisme (bacterii și alge).

Experiment 1

Testele privind influența câmpului electric asupra celulei algale au fost realizate pe tulpina de *Chlorella sorokiniana*, asigurându-se condițiile optime de creștere și dezvoltare. Inoculul a fost reprezentat de o suspensie omogenă, mediu de cultură BG 11 și cultură pură de *Chlorella sorokiniana* 0,5 McFarland (150×10^6 celule/ml). Probele au fost plasate în instalația experimentală de generare câmp electric (tensiune aplicată între armături - 1000V, frecvență - 50Hz, intensitate câmp electric 6 V/cm), sub agitare (80 rot/min), în camera climatică asigurându-se o temperatură constantă de 25°C, umiditate de 50%, lumină (20.000 lx) și CO₂ - 0,03% (concentrația de CO₂ din atmosferă) pe o perioadă de 4 zile (96 ore). În timpul experimentului au fost investigați mai mulți parametri: concentrația de O₂ dizolvat, conductivitatea, pH-ul și temperatura. Măsurătorile au fost realizate la ora 9 și la ora 15 (zilnic). Rezultate obținute:

- Concentrația de O₂ crește proporțional cu dezvoltarea tulpinei algale, acest lucru fiind explicat prin reacțiile ce au loc în procesul de fotosinteză (algele acumulează CO₂ și eliberează O₂). Din datele obținute asupra concentrației de O₂ rezultă faptul că algele cărora le-a fost aplicat un câmp electric de 6 V/cm, 50 Hz prezintă o creștere mai rapidă - concentrație de O₂ maxim la 55 ore (7.01 mg/l) (o fază lag mai scurtă) comparativ cu proba martor/control neexpusă câmpului electric care prezintă o concentrație de O₂ maxim la 72 ore (8.27 mg/l);
- Conductivitatea prezintă o ușoară creștere față de proba inițială, valorile acesteia fiind mai mari la proba neexpusă (0.171 S/m la 77 de ore) față de proba expusă câmpului electric (0.167 S/m la 72 ore), rezultând faptul că, un câmp electric de 6 V/cm poate influența valorile conductivității și implicit distribuția ionilor în suspensie, având un rol important și în procesele de metabolism ce se desfășoară la nivelul celulei;
- Între valorile de pH și valorile de temperatura nu se observă diferențe majore pentru cele două probe - proba expusă câmpului electric și proba neexpusă - precum nici între proba inițială și cele două probe. O creștere relativ mică se poate observa între valoarea de temperatură măsurată la proba expusă câmpului electric (26,8°C) și valoarea temperaturii la proba neexpusă (26,3°C), acest fapt fiind explicat prin transformarea energiei electrice în energie termică, energie ce este disipată în soluție.

Experiment 2

Sensibilitatea la antibiotice a fost testată pe un număr de 10 tulpini bacteriene izolate din ape uzate. În tabelul 1 sunt redată siturile de izolare, afilierea taxonomică, codul de laborator și valoarea tensiunii electrice aplicată între armături.

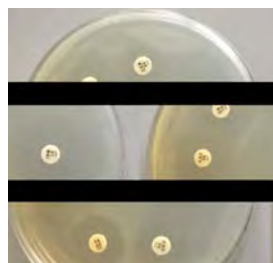
Tabel 1. Tulpini bacteriene investigate

| Nr. | ID | Tulpini bacteriene | Proveniență | Tensiune electrica (V) |
|-----|-----|---------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1. | S18 | <i>Salmonella arizonae</i> | Apă de canalizare | 420 V |
| 2. | P34 | <i>Klebsiella sp.</i> | Apă uzată epurată București | 665 V |
| 3. | S11 | <i>Salmonella sp.</i> | Apă de canalizare | 420 V |
| 4. | N85 | <i>Enterobacter agglomerans</i> | Apă uzată Spitalul Fundeni | 1120 V |
| 5. | N61 | <i>Escherichia coli</i> | Apă uzată Spitalul Fundeni | 217 V |
| 6. | N60 | <i>Citrobacter farmeri</i> | Apă uzată Spitalul Fundeni | 1120 V |
| 7. | N67 | <i>Klebsiella oxytoca</i> | Apă uzată Spitalul Fundeni | 217 V |
| 8. | O19 | <i>Enterobacter sp.</i> | Apă uzată menajeră București | 875 V |
| 9. | P62 | <i>Enterococcus sp.</i> | Apă uzată epurată București | 875 V |
| 10. | R73 | <i>Enterococcus sp.</i> | Apă Dâmbovița București | 665 V |

Tulpinile bacteriene, atât cele expuse cât și cele neexpuse câmpului electric, au fost testate din punct de vedere al sensibilității la 12 agenți antimicrobieni: amoxicilină-acid clavulanic (30 μg), penicilină (10 unități), ampicilină (10 μg), cefuroxim (30 μg), ceftazidim (30 μg), imipenem (10 μg), gentamicină (10 μg), tetraciclină (30 μg), acid nalidixic (30 μg), vancomicină (30 μg), eritromicină (15 μg). Sensibilitatea la antibiotice/ profilurile de rezistență ale tulpinilor testate au fost stabilite prin măsurarea diametrelor zonelor de inhibare a creșterii. În anumite cazuri, tulpinile testate au prezentat o creștere a rezistenței la antibioticele testate, observată prin scăderea diametrelor zonei de inhibiție a creșterii, comparativ cu probele martor/control (neexpuse). Acesta a fost cazul tulpinii Gram-pozitive *Enterococcus sp.* la vancomicina, *E. coli* la cefuroxim și ceftazidim, *Enterobacter sp.* la ceftazidime, gentamicină, amoxicilină-acid clavulanic, imipenem (figura 12) și tulpinii de *Citrobacter farmeri* la cefuroxime.



Figura 12. Proba O19 M (Control)



Proba O19 (Expusă la câmp electric)

Rezultatele privind testarea sensibilității la antibiotice a unor tulpini bacteriene izolate din ape uzate și expuse unui câmp electric de 50Hz, la diferite tensiuni electrice aplicate între armături (875 V, 1120 V), cu distanța dintre armături de 14 mm, au demonstrat faptul că anumite tulpini (O19, N60) prezintă o scădere a sensibilității, devenind chiar rezistente la unele antibiotice comparativ cu probele martor/control, neexpuse câmpului electric, în timp ce altele (N85) prezintă o creștere a sensibilității la anumite antibiotice testate.

Experiment 3

Scopul acestui experiment a fost investigarea influenței câmpului electric de 50 Hz la diferite tensiuni electrice aplicate între armaturile instalației de generare câmp electric cu distanța dintre armături de 14 mm, asupra parametrilor morfo-fiziologici al tulpinilor bacteriene prezentate în experimentul 2 (tabel 1) prin intermediul citometriei în flux. Obiectivul principal a fost investigarea integrității membranei celulare ale tulpinilor bacteriene cu ajutorul coloranților fluorescenți, PI și EB. Culturile bacteriene au fost recoltate și utilizate în pregătirea suspensiei bacteriene de densitate 0,5 McFarland; prioritar în analiza suspensiei celulare prin citometrie în flux a fost separarea prin centrifugare (13.000G, 3 minute), spălarea cu apă distilată de 3 ori și colorarea cu coloranți fluorescenți 0.3 μl PI și EB și incubarea la întuneric timp de 15 minute înaintea măsurătorilor. Din analizele de citometrie în flux asupra mecanismului de acțiune al câmpului electric pe tulpinile bacteriene testate s-a dovedit că acest mecanism este

specific speciei. Au fost evidențiate atât permeabilizarea peretelui celular, precum și activitatea de inhibare a pompelor de eflux.

Câmpul electric de 50 Hz cu tensiune electrica aplicata intre armaturi de 420 V, respectiv 217 V nu a influențat tulpinile S11 și N61 (Tabel 2). În schimb, tulpina N60 a prezentat o creștere a intensității medianei semnalului fluorescent (MFI), sugerând astfel o supraexpresie, chiar în condițiile aplicării celei mai mari tensiuni electrice de 1120 V (Figura 13 și Figura 14). Acest lucru sugerează că prezența unui câmp electric poate activa în anumite cazuri, pompele de eflux, astfel crescând rezistența la antibiotice și la alți agenți antimicrobieni.

Tabel 2. Date brute pentru intensitatea medianei semnalului fluorescent

| Nr. | ID | MFI | | | | Mecanismul identificat |
|-----|-----|--------|---------|--------|---------|------------------------|
| | | PI | | EB | | |
| | | Expusă | Control | Expusă | Control | |
| 1. | S18 | 3.59 | 3.4 | 8.58 | 6.92 | ușor EPI |
| 2. | P34 | 3.96 | 4.03 | 54.55 | 38.25 | EPI |
| 3. | R73 | 3.43 | 3.22 | 106.5 | 72.99 | EPI |
| 4. | N85 | 3.65 | 3.25 | 47.4 | 33.98 | EPI |
| 5. | N61 | 3.25 | 3.49 | 35.23 | 38.2 | NI |
| 6. | N60 | 3.43 | 5.38 | 10.27 | 14.99 | EPS |
| 7. | N67 | 7.77 | 5.57 | 51.4 | 45.73 | CC |
| 8. | O19 | 4.91 | 3.31 | 12.59 | 8.9 | EPI |
| 9. | P62 | 3.42 | 3.59 | 23.28 | 21.1 | ușor EPI |
| 10. | S11 | 3.52 | 3.16 | 6.73 | 6.38 | NI |

EPI – efflux pumps inhibition (Inhibarea pompelor de eflux), NI – no inhibition (fără inhibare); EPS – efflux pumps over-expression (Supraexpresia pompelor de eflux); CC – Cell Coatings Permeabilisation (Permeabilizarea învelișurilor celulare)

Pentru restul tulpinilor bacteriene testate, se observă o inhibare a activității pompelor de eflux, ce poate fi corelată cu o creștere a sensibilității la diferite substanțe antimicrobiene. Activitatea de inhibare a pompelor de eflux cea mai vizibilă a fost indusă de aplicarea câmpului electric cu tensiunea electrica de 665V aplicata intre armaturi în cazul tulpinilor de *Klebsiella* sp. și *Enterococcus* sp.

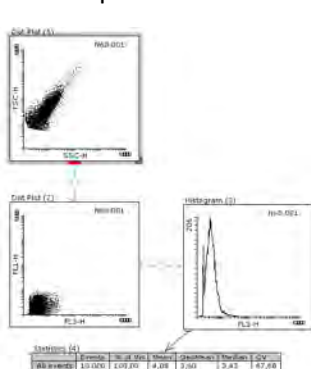


Figura. 13 Histogramele pentru proba N60 marcată cu PI

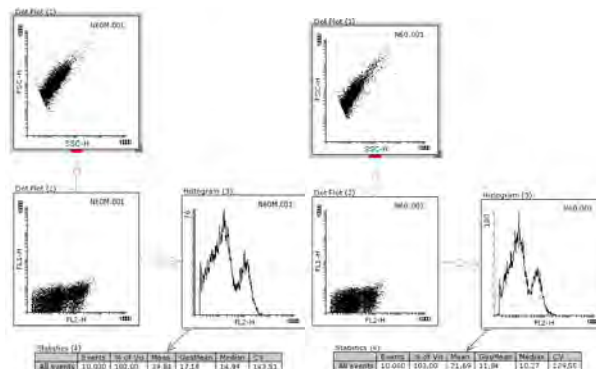


Figura. 14 Histogramele pentru proba N60 marcată cu EB

2.2. Proiecte contractate:

| Cod obiectiv | Nr. proiecte contractate | Nr. proiecte finalizate | 2016 |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|
| 1. PN 1611 01... | 14 | | 14 |
| 2. PN 1611 02... | 12 | | 12 |
| 3. PN 1611 03... | 1 | | 1 |
| Total: | 27 | | 27 |

2.3 Situația centralizată a cheltuielilor privind programul-nucleu : Cheltuieli în lei

lei

| | 2016 |
|---|-------------------|
| I. Cheltuieli directe | 5.319.576 |
| 1. Cheltuieli de personal | 5.184.364 |
| 2. Cheltuieli materiale și servicii | 135.212 |
| II. Cheltuieli Indirecte: Regia | 4.869.924 |
| III. Achiziții / Dotări independente din care: | 0 |
| 1. pentru construcție/modernizare infrastructura | 0 |
| TOTAL (I+II+III) | 10.189.500 |

3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

(descriere)

PN1611 0101-Solutii constructive inovative de rotoare eoliene pentru cresterea eficienței energetice dezvoltate prin modelare la scară redusă. F1. Elemente de calcul și predimensionare a turbinelor eoliene pentru sisteme contrarotative. Temă de proiect modele experimentale (ME)

În cadrul etapei I, în scopul realizării unor cercetări teoretice și aplicative care vizează creșterea eficienței energetice a echipamentelor de conversie a energiei mecanice în energie electrică, prin intermediul proiectării și execuției judicioase a rotoarelor de turbine eoliene ce intră în componența acestora, s-au realizat:

- Un studiu al literaturii de specialitate privind stadiul dezvoltării sistemelor de turbine eoliene contrarotative și probleme teoretice și tehnice întâmpinate în dezvoltarea acestora;
- Prezentarea și analizarea elementelor de aerodinamica turbinelor eoliene, cu identificarea parametrilor definitorii în construcția rotoarelor eoliene și care influențează performanțele aerodinamice ale acestora;
- Prezentarea unor elemente privind metodologia de predimensionare a turbinelor eoliene și a unor metode clasice de calcul utilizate în proiectarea rotoarelor eoliene axiale;
- Prezentarea unei metode preliminare de calcul a parametrilor caracteristici sistemului de turbine contrarotative;
- Tema de proiect pentru modelele experimentale, incluzând: tema de proiect pentru ME de pale "perechi" contrarotative, tema de proiect pentru subansamblul cu generator electric (cu armături contrarotative), cu capete de arbore compatibile prinderii turbinelor și suport reglabil pentru amplasare în tunelul de vânt, inclusiv pentru

modificarea distanței între cele două rotoare contrarotative, tema de proiect pentru subansamblele independente de prindere, cu traductori integrați, pentru caracterizarea separată a turbinelor contrarotative în tunelul aerodinamic și tema de proiect pentru subansamblele de susținere a palelor pentru asamblarea perechilor de turbine contrarotative.

Tema de proiect realizată are în vedere atât caracteristicile geometrice și funcționale ale tunelului aerodinamic existent, în cadrul căruia se vor efectua experimentele pentru caracterizarea ME, cât și obiectivele impuse în cadrul temei de cercetare. Astfel, pe lângă proiectarea și realizarea de modele experimentale de tubine la scară redusă, se are în vedere și realizarea unor elemente necesare realizării efective a încercărilor, precum sistemul care permite reglarea distanței între cele două ME de turbine eoliene, pentru funcționarea în tandem contrarotativ. În plus, în vederea caracterizării sistemului eolian contrarotativ, s-a luat în calcul, în cadrul subansamblului generator electric, o micromașină electrică de curent continuu, tarabilă, eventual în două variante, care să acopere plaja de puteri a sistemului și care să permită rotirea independentă a celor două armături.

Astfel, lucrarea realizată conține toate elementele necesare atât elaborării proiectului în vederea realizării ME cu raportul dintre diametrul turbinei amonte și aval $d/D = (1:1,05;1:1,4)$ și puteri individuale în intervalul 20...45 W, cât și caracterizării modelelor, prin prezentarea parametrilor care fac legătura între elementele dimensionale și performanțele energetice, precum și a metodei de testare individuală a ME și în tandem contrarotativ.

În consecință, s-a considerat că obiectivele etapei de cercetare sunt îndeplinite și s-a propus continuarea cercetărilor cu proiectarea, realizarea și caracterizarea de modele experimentale la scară de turbine eoliene cu putere individuală de 20÷45W.

Faza 2: Elaborare proiect și realizare modele experimentale cu $d/D=(1:1,05;1:1,4)$, cu putere individuală de 20...45W. Caracterizarea separată, precum și cu distanță fixă între rotoare a ME, folosind oportunitățile noului tunel de vânt al ICPE-CA

În cadrul etapei a II-a, în scopul obținerii unei creșteri a eficienței energetice a echipamentelor de conversie a energiei mecanice în energie electrică, prin intermediul proiectării și execuției judicioase a rotoarelor de turbine eoliene ce intră în componența acestora, precum și prin determinarea condițiilor de montaj și funcționare a sistemelor eoliene contrarotative, s-au realizat:

- proiectarea a 4 modele experimentale individuale de turbine eoliene cu pale cu profil NACA 4412, netorsadate, cu lungime constantă a corzii (variind pentru modelele proiectate între 57 și 80 mm) și diametre între 462 și 620 mm;
- proiectarea a 2 modele experimentale de turbine contrarotative cu raportul diametrelor $d/D=(1:1,05;1:1,4)$, rezultate prin alăturarea într-un sistem a câte 2 turbine eoliene individuale;
- simularea performanțelor modelelor individuale în software-ul QBlade;
- realizarea celor 4 modele experimentale prin imprimare 3D din material ABS, respectiv prelucrarea acestora în scopul asigurării unei aerodinamici adecvate și consolidarea în scopul obținerii unei rezistențe mecanice crescute;
- testarea modelelor individuale de turbine eoliene în tunelul aerodinamic pentru viteze ale vântului cuprinse între 9 și 12 m/s;
- evaluarea performanțelor celor 2 modele experimentale de turbine contrarotative pe baza experimentărilor efectuate în tunelul de vânt aflat în dotarea INCDIE ICPE-CA;
- analiza și interpretarea rezultatelor teoretice și experimentale.

Astfel, ca urmare a cercetărilor efectuate în cadrul etapei a II-a, au rezultat 4 ME individuale de turbine eoliene. Dintre cele 4 turbine eoliene realizate și testate s-au selectat 3 modele care îndeplinesc criteriile impuse prin tema de proiect, și anume au o putere între 20 și 45 W la o viteză a vântului de 10 m/s.

Turbinele selectate dintre cele realizate au următoarele caracteristici:

- diametrul de 620 mm (lungimea palei de 260 mm) și puterea $P = 22 \div 42$ W la o viteză a vântului $v = 10$ m/s;
- diametrul de 586 mm (lungimea palei de 243 mm) și $P = 27 \div 37$ W la $v = 10$ m/s;
- diametrul de 524 mm (lungimea palei de 212 mm) și $P = 27 \div 34$ W la $v = 10$ m/s.

Rezultatele testelor efectuate în tunelul de vânt al INCDIE ICPE-CA pe modelele de turbine eoliene realizate au permis alcătuirea a 3 sisteme contrarotative de turbine eoliene, care respectă condițiile din tema de proiect – putere individuală de 20...45W la o viteză a vântului de 10 m/s, respectiv raportul dintre diametrul turbinei față și al celei spate $d/D=(1:1,05;1:1,4)$.

Sistemele de turbine contrarotative alcătuite cu ajutorul turbinelor individuale realizate sunt următoarele:

- sistemul 1: turbina spate cu diametrul de 620 mm + turbina față cu diametrul de 586 mm;

- sistemul 2: turbina spate cu diametrul de 620 mm + turbina față cu diametrul de 524 mm;
- sistemul 3: turbina spate cu diametrul de 586 mm + turbina față cu diametrul de 524 mm.

Lucrarea realizată a avut în vedere atât atingerea obiectivelor etapei curente, cât și crearea premiselor obținerii obiectivelor generale ale temei de cercetare. Astfel, în prezenta etapă s-au realizat și testat modelele experimentale cu caracteristicile geometrice și funcționale impuse - putere cuprinsă în intervalul 20...45W și diametre pretabile testării în tunelul aerodinamic, cu respectarea raportului diametrelor $d/D=(1:1,05;1:1,4)$. În plus, butucii și conurile rotorice sunt identice atât pentru diminuarea influenței asupra aerodinamicii sistemului, cât și pentru facilitarea modificării distanței dintre rotoare în etapele următoare de cercetare.

Având în vedere că în cadrul lucrării efectuate s-au proiectat, realizat și testat 4 modele experimentale de turbine eoliene și s-au alcătuit 2 sisteme eoliene contrarotative, ale căror performanțe au fost preliminate în baza determinărilor experimentale, se consideră că lucrarea efectuată a îndeplinit obiectivele și rezultatele propuse.

În consecință, se propune continuarea cercetărilor cu realizarea și testarea modelelor experimentale de sisteme de turbine contrarotative, ale căror rotoare individuale sunt montate la diferite distanțe, în vederea identificării condițiilor de funcționare și montaj care conferă cele mai bune performanțe energetice.

PN1611 0102-Masina electrica cu solutie inovativa a geometriei transversalea si randament ridicat

Faza 1. Evaluarea stadiului tehnic privind eficientizarea masinilor electrice

În cadrul etapei I, în scopul realizării unor cercetări teoretice și aplicative care vizează creșterea eficienței de conversie a energiei electro mecanice, s-a realizat:

- Un studiu tehnic al soluțiilor aplicabile privind dezvoltarea de produse cu randament ridicat;
- Lucrări teoretice și practice, dezvoltate de-a lungul timpului în cadrul unor teme de cercetare științifică derulate în cadrul icpe;

Faza 2. Modelare, predimensionare model experimental masina electrica

În cadrul etapei a II-a, în scopul obținerii unei creșteri a eficienței energetice a masinilor electrice s-a predimensionat un model funcțional care să conțină modificările transversale propuse a fi executate pentru creșterea randamentului energetic al mașinii electrice

Faza 3: Documentație execuție și realizare model experimental

Pe baza acestei predimensionări s-a executat, în cadrul fazei 3 un model experimental din noua mașină electrică, această mașină, dimensional, se încadrează în cadrul gabariturii 80 (conform standardelor în vigoare)

PN1611 0103-Soluții inovative, cu eficiență energetică ridicată, pentru frânarea trolilor de foraj

Faza1. Elemente de calculul energiei termice degajate în procesul de frânare pentru frâna principală, frâna auxiliară și pentru motoarele electrice asincrone de acționare. Se abordează fundamentele transferului termic, fiind analizate următoarele:

- propagarea căldurii prin conductivitate termică;
- propagarea căldurii prin convecție termică;
- propagarea căldurii prin radiație termică;
- termocinetica frânării.

Se abordează elementele de calcul al energiei termice degajate în procesul de frânare cu frâna principală. S-a efectuat calculul termic al frânei cu bandă dublă și echilibrată, ca frână principală a trolului de foraj. S-a desprins concluzia că banda de frână suportă un stres termic (800 °C).

În vederea diminuării consecințelor negative, se impune necesitatea răcirii forțate a tamburilor tobei de manevră.

Și la frâna disc există un stres termic, astfel că la frânări repetate, se poate ajunge temporar până la 430 °C. Rezultă faptul că temperatura și implicit căldura degajată se vor reduce la jumătate.

Se abordează elementele de calcul al energiei termice degajate în procesul de frânare cu frâna auxiliară. S-a efectuat calcule termice pentru frâna hidraulică, respectiv frâna electromagnetice, ca frâne auxiliare ale trolului de foraj. S-a constatat că frânele electromagnetice au tendința de a înlocui pe cele hidraulice, datorită mai ales tipului acționării trolului (cu motoare electrice asincrone). Și la acestea, este imperios necesară dotarea cu instalații de răcire.

Se abordează elementele de calcul al energiei termice degajate de motoarele electrice asincrone trifazate de acționare.

Din studierea fabricației trolilor de foraj aparținând principalelor firme internaționale în domeniu, s-a constatat că s-a adoptat echiparea cu frâna disc, ca frână principală. Printre motivele principale ale alegerii acestei soluții constructive enumerăm: distribuție uniformă a presiunii pe suprafețele de fricțiune (uzură uniformă), lipsa forțelor radiale și nu în ultimul rând, asigură moment de frânare mai mare, raportat la greutatea trolului. S-au analizat, din punct de vedere al energiei termice degajate în procesul de frânare, variantele constructive ale trolului de foraj acționat cu motoare electrice asincrone trifazate, având frâna cu bandă ca frână principală, respectiv frâna disc.

Cantitatea de căldură disipată este direct proporțională cu temperatura. Rezultă că soluția constructivă în care frâna disc înlocuiește frâna cu bandă, din punct de vedere al energiei termice degajate în timpul frânării, se caracterizează prin reducerea aproximativ la jumătate din valoarea acesteia, ceea ce implică creșterea semnificativă a duratei de viață a echipamentului, respectiv reducerea la minimum a cheltuielilor de exploatare și mentenanță. Au fost realizate astfel, în această fază, calculul termic al frânei principale, auxiliare și pentru motoarele electrice asincrone trifazate de acționarea trolilor de foraj de mare putere.

Pot fi evidențiate următoarele aspecte:

- la frâna cu bandă, evacuarea energiei termice degajate în procesul frânării garniturii de prăjini este defectuoasă, datorită construcției carosate, în scopul evitării pătrunderii impurităților;
- la frâna disc, curenții de aer produși de discul în rotație asigură atât răcirea acestuia, cât și a plăcuțelor de fricțiune;
- de asemenea, datorită masei sale reduse, discul se răcește mai repede;
- suprafața discului, aflată sub acțiunea plăcuțelor de fricțiune, este permanent curățată, asigurându-se o bună răcire atât a discului, cât și a plăcuțelor;
- totodată, în tipul frânării, temperatura în cazul frânei disc are valoarea egală cu jumătate din cea caracteristică frânei cu bandă, implicit efecte similare privind energia termică degajată;
- condițiile bune de evacuarea căldurii la frânele disc ridică limitele valorilor admise pentru presiunile specifice pe plăcuțele de frână la cca. 30 daN/cm², față de 12...14 daN/cm² în cazul frânelor cu bandă.

Prin conținutul lucrării, obiectivele propuse au fost îndeplinite în totalitate.

La finalul Fazei nr.1 / 2016 a fost livrat următorul studiu: "Elemente de calculul energiei termice degajate în procesul de frânare pentru frâna principală, frâna auxiliară și pentru motoarele electrice asincrone de acționare".

Faza 2. Soluție tehnică pentru frâna disc, ca frâna principală, care echipează trolurile de mare putere FAZA II. În construcția trolului de foraj, în varianta clasică, frâna cu bandă este frâna principală și cea auxiliară poate fi hidraulică, respectiv electromagnetică. Prin acest studiu se urmărește evidențierea dezavantajelor utilizării frânei cu bandă și a avantajelor înlocuirii acesteia cu frâna disc.

Se abordează noțiunile generale privind sistemul de frânare cu frâna disc, fiind analizate următoarele:

- părțile componente și clasificarea sistemelor de frânare; trebuie subliniat faptul că dispozitivele de frânare cu circuite multiple sporesc sensibil fiabilitatea și siguranța în exploatare.
- condițiile funcționale și constructive impuse dispozitivelor de frânare; s-a desprins concluzia că cu cât distanța dintre plăcuțele de fricțiune și discuri este mai mică, cu atât momentul de frânare dezvoltat este mai mare. Tendința actuală este reglarea automată a acesteia.
- importanța dispozitivelor de frânare; acestea trebuie să absorbă toată energia rezultată în urma procesului de forarea unei sonde de țigă și gaze.
- factorii care influențează funcționarea dispozitivelor de frânare; ei se împart în constructivi, respectiv tehnologici și influențează în egală măsură caracteristicile tehnico-economice ale dispozitivelor analizate în prezentul studiu.

Se abordează elementele de calcul dimensional al frânei disc.

S-a arătat componența frânei cu disc de tip deschis. Unul dintre dezavantajele principale este neprotejarea discului, care este expus acțiunii prafului, noroiului de foraj, uleiului și apei. De aceea este necesară etajarea sigură a pistoanelor cilindrilor de lucru. Pe de altă parte, la acest tip, condițiile de răcire sunt optime.

S-a prezentat componența frânei cu disc de tip închis. Se subînțelege că are avantajul unei bune protecții împotriva pătrunderii diverselor impurități existente în atmosfera mediului înconjurător

S-au efectuat calculul dimensional al frânei disc de tip deschis, respectiv calculul dimensional al frânei disc de tip închis.

Totodată s-a studiat aspectele privind verificarea la uzură a frânei. De la început, s-a evidențiat faptul că în mediu umed, uzura crește cu 50%. Un mijloc de reducerea uzurii este mărirea diametrului discului. O altă cale de

reducere este mărirea suprafeței garniturilor de fricțiune, implicit creșterea numărului bacurilor (suport plăcuțe), care la rândul lor, determină sporirea, direct proporțională, a numărului cilindrilor de lucru. Remarcăm limitarea strictă a dimensiunilor de gabarit de standardele API existente în vigoare. Nu în ultimul rând, o altă cale de reducere a uzurii constă în îmbunătățirea proprietăților materialelor garniturilor de fricțiune/ discurilor de frână. S-au precizat valorile principalelor dimensiuni, caracteristice frânei disc care va înlocui frâna cu bandă în cazul viitorului trolu de foraj TF-38 M.

Se abordează soluția tehnică pentru frâna disc, ca frână principală, fiind studiate următoarele:

A-analiza critică a sistemelor de frânare cu bandă/disc, în cadrul acestei analize s-au abordat următoarele aspecte:

- caracteristica frânelor;
- sensibilitatea frânelor;
- presiunea specifică (încărcarea) frânelor;
- încărcarea radială a arborelui frânat;
- fiabilitatea, siguranța în exploatare a frânelor.

Toate aceste caracteristici au valori în favoarea frânei cu disc:

- deși are o caracteristică (raport de transmitere=forța periferică de frânare/forța de acționare a frânei) redusă, necesitând forțe mari de acționare, are curba de sensibilitate constantă, în comparație cu frâna cu bandă, a cărei sensibilitate este dependentă de variația coeficientului de frecare;
- de asemenea, frâna disc prezintă marea avantaj al repartizării egale a presiunilor specifice de contact, ceea ce permite utilizarea la maximum a caracteristicilor materialului garniturilor de frână, mergând până la valori de 120 daN/cm², față de 12...16 daN/cm², admisă pentru frânele cu bandă;
- frâna disc încarcă arborele frânat cu o sarcină egală cu forța periferică, în timp ce frâna cu bandă aplică o încărcare radială arborelui frânat.

B-criteriile de alegere a sistemelor de frânare cu disc. Acestea sunt:

- criteriul momentului capabil de frânare;
- criteriul energiei specifice momentului capabil de frânare;
- criteriul acționării.

Tendința de a obține momente mari de frânare, prin mărirea diametrului mediu de frânare, trebuie stăvilită în fața atingerii limitei vitezei de frânare (10...12 m/s).

Pentru o funcționare sigură a circuitului hidraulic, presiunea fluidului de lucru se limitează la 100 daN/cm²

C-componentele aparatului de comandă KEs pentru frâna disc. S-a studiat alimentarea instalației de frână, strângerea frânei, respectiv slăbirea frânei.

D-cilindrul de frână utilizat la frâna disc. S-a prezentat componența și schema de funcționare a cilindrului de frână tip CR.

Se abordează soluțiile tehnice pentru mecanismele de acționare ale frânei disc, fiind analizate următoarele: construcția și calculul transmisiei hidraulice; transmisia pneumatică și transmisia pneumohidraulică.

Prin conținutul lucrării, obiectivele propuse au fost îndeplinite.

La finalul Fazei nr.2 / 2016 a fost livrat următorul studiu: "Soluție tehnică pentru frâna disc, ca frână principală, care echipează trolurile de mare putere".

PN16110104 -Sistem criogenic de obtinere a regimului termic de lucru pentru bobinele supraconductoare multipolare ale electromagnetilor "booster" utilizati in acceleratoarele de particule „NICA”.

- Obiectivele proiectului/2016, au fost următoarele:

1. Studiu asupra pierderilor prin histerezis, pierderi prin curenti turbionari si a mecanismelor de transfer termic.
2. Elaborare model conceptual
3. Modelare numerica
- 4.Elaborare desene de executie prototip.

Conform cu descrierea detaliata a rezultatelor/obiectivelor prezentata la punctul 2, au fost realizate:

- Studiu asupra pierderilor prin histerezis si curenti turbionari precum si a mecanismelor de transfer termic la temperaturi joase
- Modelul conceptual de sistem criogenic de racire a bobinelor supraconductoare
- Modelarea numerica, utilizand Software-ul Comsol Multiphysics, a fenomenelor de transfer termic din sistemul criogenic de racire
- Desenele de executie ale prototipului de sistem criogenic de racire al bobinelor supraconductoare

Ca urmare a celor prezentate mai sus, consideram ca obiectivele/2016 ale proiectului au fost realizate in intregime.

PN1611 0105-Impactul centralelor electrice fotovoltaice asupra calitatii energiei electrice în rețelele de distributie de joasă tensiune

Faza1. Achizita si analiza comparativă a parametrilor de funcționare pentru centrala electrică fotovoltaică

Faza 2. Testarea componentelor centralei electrice fotovoltaice în conditii de iradiatie solară redusă

Etapa I a proiectului realizat a inclus achiziția și analiza comparativă a parametrilor de funcționare pentru centrala electrică fotovoltaică. În consecință, obiectivele etapei de cercetare s-au considerat a fi îndeplinite.

În urma analizei datelor înregistrate, s-au evidențiat următoarele concluzii:

- Parametrii de funcționare au fost înregistrați pe durata a 70 de zile pentru un interval maxim de 8 ore. În intervalul monitorizat, au existat de asemenea perioade în care nu s-au realizat achiziții de date, din cauza condițiilor meteorologice nefavorabile care nu au permis instalarea corespunzătoare a senzorilor destinați parametrilor de mediu ambiant.

- În cazul ambelor sisteme utilizate, au fost înregistrate valori ale radiației solare de până la 1200 W/m². În cazul sistemului fotovoltaic A, cele mai multe valori înregistrate s-au situat în intervalul [1000-1100] W/m², urmat de intervalul [200-300] W/m². Aceste fluctuații ale radiației solare evidențiază faptul că perioada analizată a fost caracterizată de condiții meteorologice variabile ce au condus inclusiv la variații semnificative în producția de energie solară și implicit în producția de energie electrică. În cazul sistemului fotovoltaic B, cele mai frecvente radiații solare s-au regăsit în intervalul [100-200] W/m².

- În urma analizei variației temperaturii cu radiația solară, s-a constatat că temperatura celulei este întotdeauna superioară temperaturii mediului ambiant. De asemenea, ambele valori ale temperaturilor înregistrate cresc o dată cu creșterea valorilor radiației solare. Diferența între cele două valori ale temperaturilor înregistrate este de până la 25 °C în cazul celulelor policristaline, iar în cazul celulelor monocristaline de până la 30 °C.

- În urma analizei variației puterii cu radiația solară, s-a constatat că cele două valori ale puterii electrice (puterea electrică în curent continuu, la ieșirea panourilor fotovoltaice și puterea electrică în curent alternativ, la ieșirea din invertor) sunt mult mai reduse decât potențialul solar al celor două sisteme fotovoltaice. Acestea cresc o dată cu creșterea radiației solare, având valori maxime în cazul valorii maxime a radiației solare.

- În urma reprezentării grafice a variației puterii electrice în curent continuu, s-a constatat că puterea electrică debitată de modulele fotovoltaice crește cu valoarea radiației solare și scade cu valoarea temperaturii modulului, conform relațiilor menționate în etapa de cercetare. Sistemele fotovoltaice nu utilizează decât o mică parte din radiația solară de anumite lungimi de undă, pentru a produce energie electrică. Restul energiei primite la suprafața acestora este transformată în căldură, ce conduce la creșterea temperaturii celulelor componente și în consecință la scăderea randamentului lor. Creșterea productivității energetice a acestor instalații presupune atât eficientizarea funcționării lor în domeniul electric, cât și studiul fenomenelor termice.

- În urma reprezentării grafice a variației randamentului celulelor fotovoltaice în funcție de radiația solară, s-a constatat că randamentul celulelor sistemului fotovoltaic A a variat în principal în intervalul 10 - 20 %. Valorile foarte ridicate ale randamentului pe primele două faze, obținute pentru radiații solare reduse, pot fi datorate clasei de precizie reduse a aparatelor utilizate. Întrucât efectul se remarcă în special în zona de început a gamei de măsurare, există posibilitatea etalonării diferite a sistemelor de măsurare utilizate pe fiecare fază. În cazul sistemului B, aceste valori au fost superioare valorilor randamentului sistemului A, valoarea medie a acestora fiind de aprox. 20 %. Valorile foarte ridicate ale randamentului, obținute pentru radiații solare reduse, s-au datorat problemelor generate de utilizarea traductorului de radiație solară și temperatură. În cazul sistemelor fotovoltaice testate, s-a demonstrat eficiența superioară a celulelor solare monocristaline față de cazul celulelor solare policristaline.

- În urma reprezentării grafice a variației eficienței invertorului în funcție de radiația solară, s-a constatat că randamentul invertoarelor solare monofazate se stabilizează pentru anumite valori ale radiației solare. Eficiența invertoarelor utilizate a variat, în urma stabilizării, în cazul sistemului fotovoltaic A, în intervalul 70-99%, iar în cazul sistemului fotovoltaic B, în intervalul 90-95%. Efectul erorii de măsurare, vizibil în cazul reprezentării grafice a variației randamentului celulelor fotovoltaice în funcție de radiația solară, se remarcă și în acest caz.

- În urma reprezentării grafice a variației randamentului în funcție de radiația solară pentru cele două sisteme fotovoltaice A și B, s-a constatat că eficiența sistemului fotovoltaic B este superioară eficienței sistemului fotovoltaic A, fiind evidențiate astfel avantajele celulelor monocristaline față de celulele policristaline. Eficiența maximă a sistemului fotovoltaic B a fost de 30 %, în timp ce eficiența maximă a sistemului A a fost de 16 %.

- În urma analizei variației puterii generate cu radiația solară și a variației temperaturii modulelor fotovoltaice furnizate de platforma online www.sunnyportal.com, s-a evidențiat aceeași dependență între puterea electrică

generată de centrală și valorile radiației solare și a temperaturii modulelor, ca cea determinată experimental din datele înregistrate.

- În urma realizării unei estimări cu privire la conversia energiei solare în energie electrică prin utilizarea programului PVGIS, s-a constatat o diferență între cele două valori ale puterii medii generate de centrala electrică fotovoltaică, explicate prin faptul că achiziția datelor s-a realizat în principal în condiții foarte bune de iluminare (condiții meteorologice favorabile conversiei energiei solare în energie electrică, interval orar 10^{00} - 16^{00}).

- În cadrul proiectului, s-a considerat că valorile reduse ale puterii active au fost datorate valorilor reduse ale radiației solare. Indicatorii de calitate a energiei electrice aferenți centralei electrice fotovoltaice din cadrul ICPE-CA, prezentați în acest raport științific, au fost înregistrați în perioada 20.07.2016 - 22.08.2016.

Etapa a II a a proiectului realizat a inclus testarea modulelor fotovoltaice, dar și testarea invertoarelor solare pentru diferite condiții de funcționare. De asemenea, s-au realizat analiza și interpretarea rezultatelor obținute. În consecință, s-a considerat că obiectivele etapei de cercetare sunt îndeplinite.

În urma analizei datelor înregistrate, s-au evidențiat următoarele concluzii:

- În cazul variației puterii deformante generate în cadrul centralei electrice fotovoltaice cu puterea activă, s-a observat o tendință liniară crescătoare a puterii deformante cu puterea activă, a cărei pantă maximă este de aproximativ 0,0127. S-a constatat că forma de undă generată de inverter nu este afectată în cazul valorilor reduse ale radiației solare.

- În cazul variației factorului de putere cu puterea activă, s-a observat că valoarea factorului de putere este superioară factorului de putere neutral, stabilită de ANRE la 0,92 pentru nivelul de joasă tensiune. Valoarea maximă a factorului de putere analizat a fost unitară pe fiecare fază. S-a concluzionat astfel că există posibilitatea eliminării pierderilor din conductoare și de asemenea se realizează stabilizarea tensiunii în sistem. Factorul de putere a fost maxim în cazul valorilor superioare ale puterii active.

- În cazul variației puterii generate pe fiecare fază a sistemului fotovoltaic analizat, s-a observat că valorile maxime ale puterii active și ale puterii aparente corespund, iar valorile puterii reactive sunt foarte reduse, justificând valoarea unitară a factorului de putere. Prezența puterii deformante în sistemul analizat a indicat un regim de funcționare nesinusoidal.

- În cazul variației armonicilor de tensiune cu puterea activă, s-a constatat că valorile maxime ale armonicilor impare de tensiune, înregistrate ca procent din valoarea fundamentală a tensiunii, sunt reduse, sub valoarea de 2%. Cele mai multe armonice pare de tensiune au fost nule. De asemenea, armonicile impare de tensiune se încadrează în pragurile impuse de standardul EN 50160, și respectiv de ANRE. Astfel, armonica de ordin 3 se situează sub pragul de 5%, armonica de ordin 5 sub pragul de 6%, armonica de ordin 7 sub pragul de 5%, iar armonica de ordin 9 sub pragul de 1,5%. Încadrarea în limitele impuse de standardul EN 50160 s-a realizat pentru toate fazele centralei electrice fotovoltaice. S-a observat de asemenea că valorile tensiunilor armonice în punctul analizat sunt independente de puterea activă produsă în cadrul CEF.

- În cazul variației armonicilor de curent cu puterea activă, valorile maxime ale armonicilor impare de curent, înregistrate ca procent din valoarea fundamentală a curentului, s-au situat sub valoarea de 25%. Armonicile pare de curent au avut valori reduse. S-a observat că valorile curenților armonici în punctul analizat au avut valori ridicate pentru puteri active reduse produse în cadrul CEF. În cazul puterilor generate pe fiecare fază de până la 1 kW, corespunzătoare unor valori scăzute ale radiației solare, valorile impuse pentru curenții electrici armonici din rețelele de JT și MT au fost depășite. Cu toate că această analiză s-a realizat în cadrul prezentului studiu, aceasta nu este relevantă având în vedere că standardul IEEE 519-1992 nu este aplicabil în cadrul UE, ci este considerat doar de operatorii de rețea.

- Reprezentarea spectrelor armonice de tensiune și de curent a indicat faptul că armonicile cu ordin mai mare de 35 sunt nule. De asemenea, s-a evidențiat faptul că armonicile de tensiune sunt mult mai reduse decât armonicile de curent. Atât armonicile înregistrate de tensiune, cât și cele de curent au avut valori diferite pe fiecare fază a sistemului fotovoltaic analizat.

- În cazul variației factorului total de distorsiune armonică THD cu puterea activă, valorile înregistrate aferente THD_U s-au situat sub limita impusă de standardul EN 50160 egală cu 8%. Acestea nu au variat cu puterea activă generată de sistemul fotovoltaic. Valorile înregistrate aferente THD_I au fost superioare celor ale THD_U și au fost maxime pentru valorile reduse ale puterii active generate și implicit ale radiației solare. De asemenea, THD_I s-a stabilizat pentru puteri active generate mai mari de 1 kW.

- În cazul variației flickerului atât pe termen scurt, cât și pe termen lung cu puterea activă, valorile înregistrate aferente flickerului nu s-au încadrat în intervalul impus de standardul EN 50160, care prevede limitarea flickerului pe

termen scurt la 1,2 (pentru 95% din durata unei săptămâni) și a flickerului pe termen lung la 1 (pe durata întregii săptămâni). Se observă că valorile flickerului nu au fost dependente de puterea activă generată de sistemul fotovoltaic analizat și implicit nici de valorile radiației solare. Cu toate că nu a fost demonstrată această dependență, flickerul se petrece preponderent în zilele înorate cu deplasarea rapidă a norilor.

■ În cazul caracteristicilor IV aferente modulului fotovoltaic AFM 60-260, pentru radiații solare egale cu 100 W/m², 200 W/m², 400 W/m², 700 W/m² și 1000 W/m², a rezultat că eficiența celulelor aflate în componența modulului a variat de la 16,12% pentru radiația solară de 100 W/m², la 17,49% pentru radiația solară de 1000 W/m². Puterea generată în condiții de radiație solară redusă a fost egală cu 26,651 W pentru radiația solară de 100 W/m², cu 49,763 W pentru radiația solară de 200 W/m², comparativ cu 255,342 W pentru radiația solară de 1000 W/m². Având în vedere că modulul nu furnizează puterea maximă nici pentru condiții de testare optime (265 W), funcționarea acestuia în condiții de radiație solară redusă nu este dorită.

■ În urma analizei eficienței în funcționarea algoritmului MPPT și a achiziției indicatorilor de calitate a energiei electrice la ieșirea inverterului solar, s-a remarcat faptul că eficiența maximă a algoritmului MPPT aferentă inverterului testat nu a variat în funcție de radiația solară. Spectrele armonicilor de tensiune și curent au indicat faptul că atât armonicile de tensiune, cât și cele de curent, de ordin 5, 7, 9, sunt maxime în cazul valorilor reduse ale radiației solare (100 W/m², 200 W/m²). În cazul armonicilor de curent, aceste aspecte au fost valabile și pentru ordine superioare (până la ordinul 31).

PN1611 0106-Soluii constructive inovative privind proiectarea și realizarea turbinelor hidraulice cinetice

Faza1: Studiul, proiectarea și simularea modelelor experimentale la scară redusă de turbine cinetice;

Obiectivele primei faze au fost studiul, proiectarea și simularea modelelor experimentale la scară redusă de turbine cinetice, cu accentul pe determinarea influenței coardei profilului hidrodinamic al palelor asupra performanțelor mecano-energetice ale rotoarelor hidraulice cinetice. În scopul atingerii obiectivelor fazei, s-au realizat următoarele:

- Studiul preliminar, care a evidențiat principalele soluții de conversie energetică bazate pe turbine cinetice axiale, avantajele și limitările acestora în funcție de domeniul de utilizare. Pe baza acestui studiu a fost selectată ca soluție tehnică o turbină cinetică cu ax orizontal cu diametrul de 0,5 m care a fost propusă pentru simulare, proiectare și testare într-un stand de încercări specific pe baza unui model experimental la scară redusă. Soluția tehnică propusă a fost aleasă pe baza unor criterii ce țin seama de aplicațiile posibile de implementare, viteza de curgere a apei și potențialul disponibil.
- Pe baza rezultatelor obținute în alte proiecte și a literaturii de specialitate s-a elaborat o procedură de calcul cu scopul dimensionării unui rotor hidraulic de turbină cinetică la scară reală. Procedura a permis determinarea parametrilor constructivi relevanți pentru o funcționare eficientă a turbinei cinetice în funcție de aplicația dorită.
- Proiectarea a 3 variante de rotoare hidraulice cu 4 pale cu geometrie diferită, pentru a evidenția influența lungimii coardei și a unghiului de așezare β asupra performanțelor obținute.
- Studiul influenței coardei profilelor analizate prin simulare, considerând un rotor cvadrupal cu lungimea coardei constantă de-a lungul palei și un rotor cu lungimea coardei variabilă, determinată prin procedura de calcul elaborată.
- Simulări succesive cu aplicația software open-source Qblade a celor 3 variante de rotoare în vederea stabilirii unui rotor hidraulic optim din punct de vedere al puterii furnizate, pe baza căruia se va realiza în faza a 2-a a proiectului un model experimental la scară redusă. În scopul validării geometriei rotoarelor considerate, s-a utilizat un rotor hidraulic cu caracteristici cunoscute determinate prin experimentări in situ.

Rezultatele simulărilor efectuate cu aplicația Qblade au evidențiat că rotorul cu cea mai mare putere furnizată, este cel cu lungimea coardei variabilă și unghi de așezare variabil.

În concluzie, în vederea selectării unui model experimental de rotor de turbină cinetică cu ax orizontal, în cadrul prezentei faze s-au studiat, analizat și simulat 3 variante de rotoare hidraulice. Astfel, s-a ales un profil Gottingen 449 pretabil pentru turbinele cinetice care funcționează la viteze ale apei mai mici de 1,5 m/s pentru proiectarea unui rotor cu diametrul de 0,5 m, cu 4 pale în 3 variante (1 rotor calculat cu lungimea coardei și unghiul de așezare β variabile, 1 rotor cu lungimea coardei constantă și unghi de așezare β constant și 1 rotor cu lungimea coardei constantă și unghi de așezare variabil).

Analiza simulărilor efectuate pentru cele 3 rotoare a permis selecția unui rotor cu cele mai bune performanțe, caracterizat prin coardă variabilă și unghi de așezare β variabil.

Modelul experimental de rotor hidraulic selectat va fi realizat în cadrul fazei următoare la scară de 1:2,5 în vederea testării și validării experimentale pe un stand de testare a modelelor la scară de turbine hidraulice. Astfel, prin tehnici de modelare experimentală, rotorul cinetic va fi validat experimental iar rezultatele vor fi utilizate pentru preconizarea puterii extrase de o turbină cinetică la scară reală.

Ca urmare a activităților realizate, considerăm că obiectivele fazei au fost îndeplinite iar rezultatele obținute vor contribui la realizarea următoarelor activități din cadrul proiectului.

PN1611 0107-Realizarea unei instalații inovative de foraj hidrogeologic cu acționare hidraulică a sistemului de manevră și acționare mecanică a capului de foraj

„Proiectare instalația de acționare hidraulică pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ ”

Proiectul a fost implementat în conformitate cu obiectivul fazei (Proiectarea instalației de acționare hidraulică pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$.) și în conformitate cu rezultatele preconizate pentru atingerea obiectivului fazei.

Realizarea finală a prototipului instalației de foraj FA125 și continuitatea proiectului au presupus în cadrul acestei faze:

- Realizarea breviarului de calcul pentru instalația de acționare hidraulică;
- Realizarea breviarului de calcul pentru parametrii forajului rotativ-hidraulic cu circulație directă de fluid de foraj;
- Realizarea schemei de acționare hidraulică;
- Proiectarea instalației de acționare hidraulică;
- Proiectarea grupului de presiune hidraulică;
- Proiectarea grupului motor-pompă hidraulică;
- Proiectarea șasiului grupului de presiune hidraulică;
- Proiectarea trenului de rulare a grupului de presiune hidraulică
- Proiectarea rezervorului grupului de presiune hidraulică.

Proiectul realizat până acum cuprinde:

- Schița de ansamblu a instalației de foraj FA125;
- Breviarul de calcul pentru instalația de acționare hidraulică a instalației de foraj FA125.
- Breviarul de calcul pentru parametrii forajului rotativ-hidraulic ai instalației de foraj FA125.
- Proiectarea, selecția, dimensionarea, alegerea soluțiilor constructive pentru elementele componente ale instalației de acționare hidraulică;
- Partea desenată, desenul schemei hidraulice, desenul de ansamblu al instalației de acționare hidraulică, desenele subansamblelor și reperelor instalației de acționare hidraulice, după cum urmează:

- Desenul Schemei de acționare hidraulică;
- Desenul de ansamblu al instalației de acționare hidraulică;
- Desenul grupului de presiune hidraulică;
- Desenul grupului motor-pompă hidraulică;
- Desenul șasiului grupului de presiune hidraulică;
- Desenul trenului de rulare a grupului de presiune hidraulică
- Desenul rezervorului grupului de presiune hidraulică

„Proiectarea structurii de rezistență a instalației de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ (Mast cu sistemul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, acționat hidraulic, și suport baza instalație de foraj, sistem de transport manual)”

Proiectul a fost implementat în conformitate cu obiectivul fazei (Proiectarea structurii de rezistență a instalației de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ (Mast cu sistemul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, acționat hidraulic, și suport baza instalație de foraj, sistem de transport manual) și în conformitate cu rezultatele preconizate pentru atingerea obiectivului fazei.

Realizarea finală a prototipului instalației de foraj FA125 și continuitatea proiectului au presupus în cadrul acestei faze:

- Analiza Statică cu Element Finit, a structurii de rezistență a instalației de foraj FA125 (mast+capră mast+suport de bază), la încărcarea „Sarcina maximă capabilă la cârlig $F_c=1490 daN$ ”

-Analiza Dinamică cu Element Finit, a structurii de rezistență a instalației de foraj FA125 (mast+capră mast+suport de bază), la încărcarea „Smulgerea sarcinii maxime capabile la cârlig $F_c=1490$ daN din prinderea sapei de foraj cu garnitura de prăjini de foraj la puț”

-Proiectarea ansamblului instalației de foraj FA125

-Proiectarea modulului structurii de rezistență a instalației de foraj FA125;

-Proiectarea mastului FA125;

-Proiectarea mecanismului de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil acționat de un cilindru hidraulic;

-Proiectarea caprei mast;

-Proiectarea suportului de bază al instalației de foraj;

-Proiectarea sistemului de rabatere a mastului acționat de troliu manual

-Proiectarea trenului de rulare;

-Proiectarea dispozitivului de ancorare la sol;

-Proiectarea roții de rezemare mast;

-Proiectarea sistemului de rezemare la sol în timpul rabaterii mastului.

In urma rulării analizei statice cu element finit s-au obținut următoarele eforturi unitare maxime în elementele structurii de rezistență :

1. Pentru elementele tip grindă-BEAM, Cel mai mare efort unitar de compresiune pe fibra comprimată a elementelor $\Sigma_{rezult_compresiune} = -700.8$ daN/cm², în barele pătrate 6x6x0,4cm, lateral stg. suportul de bază;

-Materialul este E315 și $\Sigma_{rezult_compresiune} = 700.8$ daN/cm² < $\Sigma_{curgere} = 3150$ daN/cm²

-Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \Sigma_{curgere} / \Sigma_{rezult_compresiune} = 3150 / 700.8 = 4.49 >$ Coeficientul de siguranță recomandat de STAS 1909-89 $C_r = \Sigma_{curgere} / \Sigma_{admisibil} = 3150 / 2500 = 1.26$, deci structura rezista pentru combinația de încărcări C1.

2. Pentru elementele tip grindă-BEAM, Cel mai mare efort unitar de întindere pe fibra întinsă a elementelor $\Sigma_{rezult_întindere} = 692.1$ daN/cm², în barele pătrate 6x6x0,4cm, lateral stg suport bază.

-Materialul este E315 și $\Sigma_{rezult_întindere} = 692.1$ daN/cm² < $\Sigma_{curgere} = 3150$ daN/cm²

-Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \Sigma_{curgere} / \Sigma_{rezult_întindere} = 3150 / 692.1 = 4.55 >$ Coeficientul de siguranță recomandat de STAS 1909-89 $C_r = \Sigma_{curgere} / \Sigma_{admisibil} = 3150 / 2500 = 1.26$, deci structura rezista pentru combinația de încărcări C1.

3. Pentru elementele tip înveliș-SHELL, Rezultanta eforturilor unitare în elemente, $\Sigma_{VonMises} = 236.22$ daN/cm², în plăcile de fixare ale mastului de capra mast.

-Materialul este S355JR și $\Sigma_{VonMises} = 236.22$ daN/cm² < $\Sigma_{curgere} = 3550$ daN/cm²

-Se obține coeficientul de siguranță efectiv $C_e = \Sigma_{curgere} / \Sigma_{VonMises} = 3550 / 236.22 = 15 >$ Coeficientul de siguranță recomandat de STAS 1909-89 $C_r = \Sigma_{curgere} / \Sigma_{admisibil} = 3550 / 2800 = 1.26$, deci structura rezista pentru combinația de încărcări C1.

Pentru aceste eforturi unitare rezultante maxime obținute în urma analizei combinației C1, sunt îndeplinite condițiile de rezistență impuse., ceea ce arată ca structura rezistă la încărcările la care a fost supusă.

În urma rulării analizei dinamice cu element finit s-au obținut următoarele rezultate:

a. Pentru structura FA125 s-au calculat primele 10 moduri proprii și frecvențe proprii de vibrație.

b1. Analiza Dinamică Directă cu Răspuns în Timp

După efectuarea analizei dinamice directe cu răspuns în timp se studiază graficele:

-A. Graficul Deformațiilor funcție de timp în nodurile relevante de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987). Se comandă programului FEA să facă un grafic Deplasare= F(timp) (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru nodurile reprezentative de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987)

Se obțin deplasările cele mai mari $D_{dinamic} = 0.826$ cm la momentul de timp $t = 0.375$ sec. Se obține un coeficient dinamic de majorare a deplasărilor $C_d = D_{dinamic} / D_{static} = 0.826 \text{ cm} / 0.475 \text{ cm} = 1.73$

Este prezentată Plasa cu deplasările structurii la momentul de încărcare maximă $t = 0.375$ sec.

-B. Graficul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor, funcție de timp, pentru elementele relevante (El. 129, 130, barele 6x6x0,4cm, suport baza stg.). Se comandă programului FEA să facă un grafic Eforturi Unitare= F(timp) (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru aceste elemente relevante.

Se obțin maximul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor= -982.18 daN/cm² în elementul 130 la momentul $t = 0.375$ sec. Se obține un coeficient dinamic de majorare a eforturilor unitare $C_{eu} = \text{Efort_unitar_dinamic} / \text{Efort_unitar_static} = 982.18 / 700.8 = 1.4$.

Este prezentată Planșa cu Tensiunile de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

b2.Analiza Dinamică Modală cu Răspuns în Timp

După efectuarea analizei dinamice modale cu răspuns în timp se studiază graficele:

-A.Graficul Deformațiilor funcție de timp în nodurile relevante de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987). Se comandă programului FEA să facă un grafic Deplasare= $F(\text{timp})$ (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru nodurile reprezentative de la vârful mastului (Nd. 3976, 3984, 3987).

Se obțin deplasările cele mai mari $D_{\text{dinamic}}=0.794\text{ cm}$ la momentul de timp $t=0.375\text{ sec}$. Se obține un coeficient dinamic de majorare a deplasărilor $C_d=D_{\text{dinamic}}/D_{\text{static}}=0.794\text{cm} / 0.475\text{cm}= 1.67$.

Este prezentată Planșa cu deplasările structurii la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

-B.Graficul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor, funcție de timp, pentru elementele relevante (El. 129, 130, barele $6\times 6\times 0,4\text{cm}$, suport baza stg.). Se comandă programului FEA să facă un grafic Eforturi Unitare= $F(\text{timp})$ (View / Select_XY vs. Set Value / XY Data) pentru aceste elemente relevante.

Se obțin maximul Tensiunilor de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor= -984.1 daN/cm^2 în elementul 130 la momentul $t=0.375\text{sec}$. Se obține un coeficient dinamic de majorare a eforturilor unitare $C_{eu}=E_{\text{fort_unitar_dinamic}}/E_{\text{fort_unitar_static}}=984.1/700.8=1.404$.

Este prezentată Planșa cu Tensiunile de compresiune cele mai mari de pe fibrele comprimate ale elementelor la momentul de încărcare maximă $t=0.375\text{sec}$.

c1.Analiza Dinamică Directă cu Răspuns în Frecvență

În urma analizei dinamice directe cu răspuns în frecvență se obține graficul deformațiilor pentru nodurile de la vârful mastului FA125, funcție de frecvențele posibile de rezonanță, având ca perturbație sarcina la cârlig. Intervalul de studiu de frecvențe $[0\dots 230\text{Hz}]$ a fost parcurs DIRECT cu un increment de frecvență $DF=1\text{ Hz}$. Frecvențele și perioadele de rezonanță obținute în urma analizei sunt:

$F_1=11\text{ Hz}$ $T_1=0,09\text{ sec}$;
 $F_2=51\text{ Hz}$ $T_2=0,019\text{ sec}$;
 $F_3=115\text{ Hz}$ $T_3=0,0086\text{ sec}$;
 $F_4=145\text{ Hz}$ $T_4=0,063\text{ sec}$.

c2.Analiza Dinamică Modală cu Răspuns în Frecvență

În urma analizei dinamice modale cu răspuns în frecvență se obține graficul deformațiilor pentru nodurile de la vârful mastului FA125, funcție de frecvențele posibile de rezonanță, având ca perturbație sarcina la cârlig. Intervalul de studiu de frecvențe a fost realizat față de frecvențele proprii pivot pentru care s-a realizat câte o bandă de frecvență stânga-dreapta de intrare față de care se studiază rezonanța răspunsului. Avem de a face astfel cu o analiză mult mai eficientă.

Frecvențele de rezonanță sunt:

$F_1=12\text{ Hz}$ $T_1=0,083\text{ sec}$;
 $F_2=52\text{ Hz}$ $T_2=0,019\text{ sec}$;
 $F_3=105\text{ Hz}$ $T_3=0,095\text{ sec}$;
 $F_4=141\text{ Hz}$ $T_4=0,070\text{ sec}$.

Având în vedere Calculele pentru analiza statică și dinamică a structurii de rezistență a instalației FA125, realizate în această fază, se constată că au fost obținute toate elementele în baza cărora au putut fi realizate desenul de ansamblu al instalației de foraj FA125 și desenele de execuție pentru fiecare subansamblu și reper constituent în parte a structurii de rezistență FA125 și anume:

- Modulul structurii de rezistență a instalației de foraj FA125;
- Mast FA125;
- Structură mast FA125;
- Mecanismul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil acționat de cilindru hidraulic;
- Capra mast FA125;
- Suport de bază al instalației de foraj FA125;
- Sistem de rabatere mast acționat de trolu manual;
- Tren rulare FA125;
- Dispozitiv de ancorare la sol;
- Roata rezemare mast;

-Dispozitiv rezemare sol în timpul rabaterii mastului.

Structura de rezistență FA125 proiectată în această etapă este compusă din mastul FA125 cu mecanismului de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil acționat de cilindru hidraulic, capra mast, suportul de bază al instalației de foraj, sistemul de rabatere mast acționat de troliu manual, trenul de rulare și dispozitivul de ancorare la sol. Asigură în principal sprijinirea instalației de foraj FA125 la sol în timpul forajului și suportul structural pentru mastul instalației de foraj FA125, care prin intermediul mecanismului de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, cu lanț și palan mobil acționat de cilindru hidraulic, asigură avansul și apăsarea pe sapă a garniturii de prăjini de foraj și manevrarea garniturii de prăjini de foraj (introducerea / scoaterea unui pas de prăjină în / din garnitura de prăjini de foraj) și ghidarea și suspendarea pe mast a capului de foraj.

Au fost realizate astfel, în această fază, proiectele și desenele de execuție pentru toate subansamblele structurii de rezistență FA125. La finalul Fazei nr.2 / 2016 a fost livrată următoarea documentație:

- 1.Analiză statică cu element finit a structurii de rezistență a instalației de foraj FA125;
- 2.Analiză dinamică cu element finit a structurii de rezistență a instalației de foraj FA125;
- 3.Documentație de execuție pentru structura de rezistență a instalației de foraj FA125 conform

„Proiectarea capului de foraj, a prăjinilor de foraj, a broaștei cu pene, a setului de sape de foraj și a manifoldului pompei de foraj pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ ”

Realizarea finală a prototipului FA125 și continuitatea proiectului Nucleu presupun în cadrul acestei faze finalizarea proiectării instalației de foraj FA125 și realizarea documentației de execuție complete pentru instalația de foraj FA125.

Proiectarea subansamblelor instalației de foraj FA125 fost făcută utilizând rezultatele breviarului de calcul analitic și rezultatele Analizei statice și dinamice cu Element Finit a structurii de rezistență FA125 din etapele anterioare, prin alegerea soluțiilor constructiv-funcționale pentru subansamblele și reperele proiectate și s-a finalizat prin realizarea desenelor de execuție ale subansamblelor și reperelor proiectate

Au fost realizate proiectele și desenele de execuție pentru următoarele subansambluri ale instalației de foraj FA125:

- Capul de foraj FA125;
- Căruciorul capului de foraj FA125;
- Broasca cu 2 pene FA125;
- Setul de prăjini de foraj FA125;
- Setul de sape de foraj FA125;
- Manifoldul pompei de foraj FA125.

Capul de foraj FA125 este compus din următoarele subansamble și echipamente principale:

- Cărucior cap foraj FA125;
- Suport cap foraj FA125;
- Sertar cap foraj FA125;
- Motor cu ardere internă cu ax vertical, pe benzină, $P=13,5$ CP;
- Reductor Planetar;
- Cuplaj centrifugal FA125;
- Lăgăruire cap foraj FA125;
- Cap spălare FA125;
- Dispozitiv antirotație cap spălare;
- Comanda accelerației motorului

A fost realizat **desenul de ansamblul al instalației de foraj FA125.**

Proiectul instalației de foraj FA125 prezintă **o aplicabilitate ridicată a rezultatelor cercetării științifice către producție și către piață**, deoarece, datorită performanțelor tehnice ridicate și a costurilor de fabricație și exploatare reduse, Instalația de foraj FA125, prezintă un interes și o cerere notabilă de piață, mai ales pentru comunitățile rurale și suburbane din România, acolo unde se manifestă la momentul actual cel mai pregnant criza resurselor de apă din România. Drept dovada al acestui interes de piață manifestat pentru instalația de foraj FA125 pe piața Românească este Cererea de comandă fermă pentru instalația de foraj FA125 atașată în Anexa A a acestui document.

La finalul Fazei nr.3 / 2016 a fost livrată următoarea documentație de execuție: **„Documentație de execuție pentru capul de foraj, prăjinile de foraj, broasca cu pene, setul de sape de foraj și manifoldul pompei de foraj pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ ”**

Prin finalizarea proiectării instalației de foraj FA125 și realizarea documentației de execuție complete pentru instalația de foraj FA125, a fost terminată proiectarea instalației de foraj FA125 și se poate trece într-o etapă ulterioară la realizarea prototipului instalației de foraj FA125.

PN 16110108-Algoritmi genetici pentru optimizarea dispozitivelor electromagnetice

Faza1. Dezvoltare algoritmi de optimizare bazați pe algoritmi genetici.

Pentru testarea și evaluarea AG s-a realizat un program MATLAB care, pornind de la seturi de puncte aleatoare și utilizând metodele specifice AG, încearcă să obțină seturi de puncte cât mai apropiate de cerc.

Inițializarea se face cu *gen0.m*, care conține parametrii de lucru, precum dimensiunea populației, procentul mutații, dar și generarea aleatorie a primelor seturi de puncte (indivizi), cromozomii reprezentând coordonatele (x,y) ale punctelor din set.

```
% generatia 0 si alti param;
global pop, global adn
pop.size=5000;
pop.nsex=2;
pop.nsel=.5*pop.size;
adn.size=10;
adn.min=-10;
adn.max=10;
adn.mut=.01;
adn.sir=adn.min+(adn.max-adn.min)*rand(adn.size,2,pop.size);
adn.cul=1:pop.size;
```

Pasul următor este evaluarea populației de seturilor de puncte generată anterior. S-au considerat, pe rând sau în combinație liniară, următoarele funcții de evaluare (obiectiv):

$$g = \sqrt{\left[\frac{1}{16} - \left(\frac{A}{\tilde{r} \cdot P} \right)^2 \right]} \quad (1)$$

$$g = \left| \frac{1}{4} - \left(\frac{A}{2 \cdot \tilde{r} \cdot P} \right) \right| \quad (2)$$

$$g = \sum_1^N |r_i - \tilde{r}_i| \quad (3)$$

$$g = |2\pi - P / \tilde{r}| \quad (4)$$

Unde:

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (x_i \cdot y_{i+1} - x_{i+1} \cdot y_i), \quad (5)$$

$$P = \sum_{i=1}^N \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}, \quad (6)$$

$$r = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}, \quad (7)$$

N - numărul de cromozomi,
x,y, - coordonatele punctelor,
 $x_{N+1} = x_1$ și $y_{N+1} = y_1$,
 \tilde{r} - valoarea medie a lui r.

Implementarea s-a realizat în *evaluare.m*:

```
% forma
r=(sqrt(sum(adn.sir.^2,2)));
parfor k=1:pop.size
    arie(k)=.5*sum(adn.sir(:,1,k).*adn.sir([2:end 1],2,k)-adn.sir([2:end
    1],1,k).*adn.sir(:,2,k));
```

```

perim(k)=sum( diff(adn.sir([1:end 1],1,k)).^2+diff(adn.sir([1:end
rm=mean(r(:,k));
scor1(k)=sum(abs(r(:,k)-rm));
scor2(k)=abs(2*pi-perim(k)/(rm));
end
scor= .85*scor1/max(scor1)+.15*scor2/max(scor2);
% scor=sqrt(.25^2-(arie./perim./r).^2);
% scor=abs(.25-abs(arie./perim)./r/2);

```

De menționat că un individ este cu atât mai bun cu cât funcția evaluare are un rezultat mai mic.

Întrucât de dorește urmărirea procesului de optimizare s-a introdus și un script, *desenare.m*, pentru afișarea celor mai buni indivizi din generația curentă.

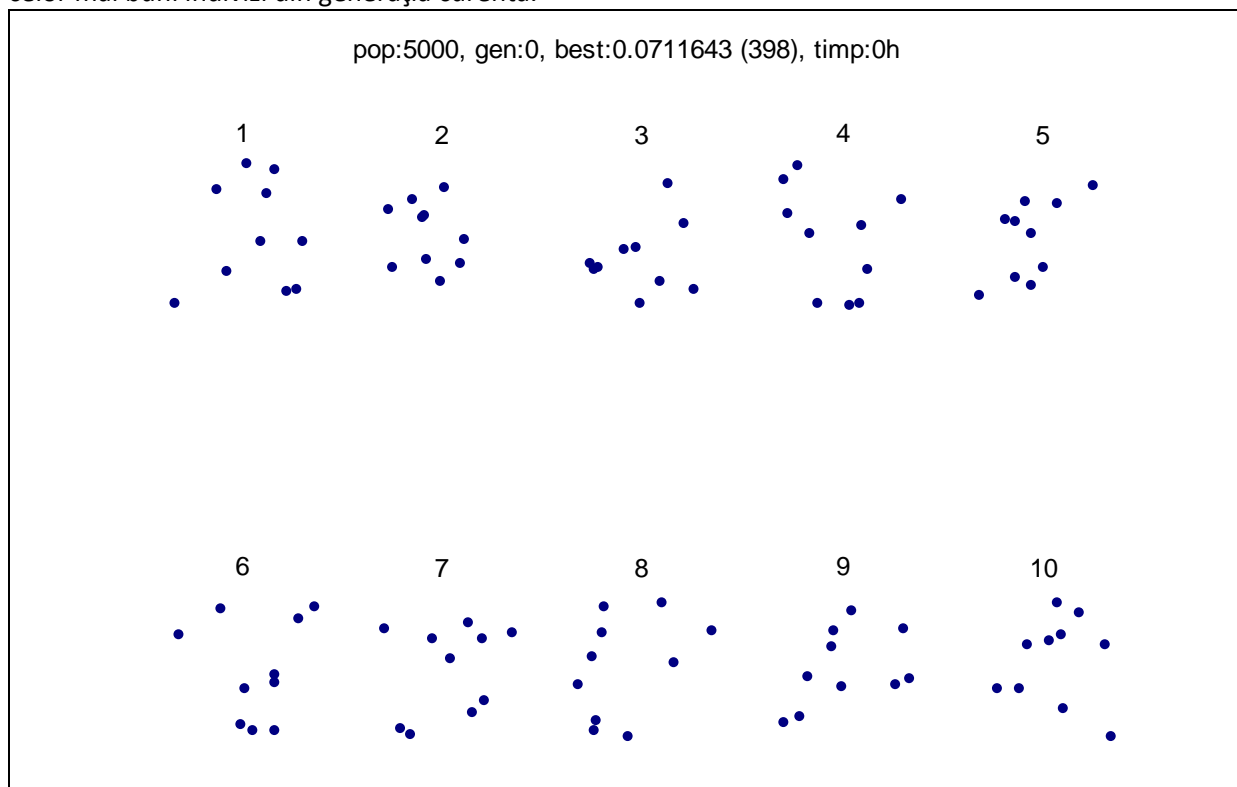


Figura 1. Exemplu reprezentare: cei mai buni 10 indivizi din generația 0.

Urmează bucla de optimizare care rulează atât timp cât nu s-a găsit nici un individ a cărui evaluare să fie sub 10^{-6} :

```

while(min(scor)>1e-6)
tic
populare
evaluare
iter=iter+1;
if ~mod(iter,10), desenare, end
drawnow
if get(hf,'CurrentCharacter')==27, disp('escaped'),break,end
timp=toc;
timpt=timpt+timp;
disp([iter timp(end) min(scor)])
end

```

Procedura de obținere a următoarei populații, *populare.m*, implementează o *selecție pură* în care numărul de urmași depinde de poziția dată de funcția de evaluare. Astfel, un individ a cărui scor este mai bun, va avea mai mulți urmași în generația următoare.

Urmașii sunt obținuți din combinarea aleatoare a cromozomilor a 2 (parametru) indivizi selectați - cei mai buni 50% (parametru), cu 2% (parametru) șanse ca unii cromozomi să fie generați aleatoriu.

```
[~,idx]=sort(scor); % sau min()
parinti=adn.sir(:,idx(1:pop.nsel));
w=scor(idx(1))./scor(idx(1:pop.nsel));
w=w/sum(w);
nc=round(w*pop.size*pop.nsex);
adn.sir=[];
pas=100;
for p=1:pas:pop.size
    pp=find(nc>0);
    while size(pp)<pop.nsex
        pf=find(nc<=0);
        pai=randi(length(pf));
        pp=[pp pai] ;
    end
    for k=1:pop.nsex
        pai=randi(length(pp));
        pa(k)=pp(pai);
        nc(pp(pai))=nc(pp(pai))-1;
        pp=pp(1:end~=pai);
    end
    adn.sir(:,p:p+pas-1)=sex(parinti(:,pa) ,pas);
end
function copii=sex(parinti,nc)
global pop, global adn
np=size(parinti,2);
na=size(parinti,1);
for n=1:nc
    for k=1:na
        if rand>adn.mut
            r=round(1+rand*(np-1));
            copii(k,:,n)=parinti(k,:,r);
        else copii(k,:,n)=adn.min+(adn.max-adn.min)*rand(1,2,1);
        end
    end
end
end
```

Ca metodă alternativă la generarea de numere pseudo-aleatoare din MATLAB, s-a realizat o funcție care furnizează numere pur aleatoare generate de site-ul www.random.org.

```
function v=aleator(num,nmin,nmax,tip)
v=[];
if strcmp(tip,'int')
    adr='https://www.random.org/integers/';
    params={'num',",",...
            'min',num2str(nmin),...
            'max',num2str(nmax),...
            'col','1','base','10','format','plain','rnd','new'};
```

```

end
if strcmp(tip,'float')
    adr='https://www.random.org/decimal-fractions/';
    params={'num',",...
            'col','1','dec','10','format','plain','rnd','new'};
end
while (length(v)<num)
    params{2}=num2str( min(num-length(v),10000));
    v=[v;str2num(urlread(adr,'GET',params))];
end
if strcmp(tip,'float'), v=min+v*(max-min);end
end

```

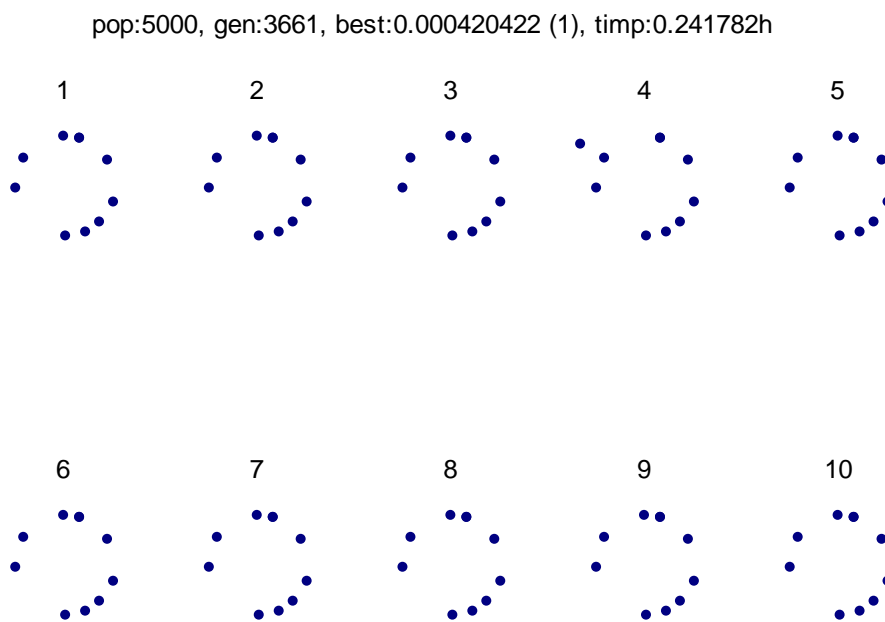


Figura 2. Exemplu generație finală.

În funcție de parametrii dați, numărul de iterații necesare apariției unei soluții bune a fost între 400 și 10000. Chiar și la aceiași parametri numărul de iterații până la atingerea obiectivului variază mult între două rulări.

Multe dintre rulările cu funcțiile de evaluare date de (1) sau (2) nu reușesc să atingă obiectivul dorit, deși ajung la condiția de oprire - ceea ce sugerează că funcțiile nu sunt adecvate în acest caz.

O altă variantă nedorită este obținerea unei populații în care toți sau marea majoritate a indivizilor sunt identici, caz în care populația rămâne neschimbată între generații - aceste cazuri pot fi evitate prin modificarea procentului de mutații, metodei de selecție și generare a noii populații sau dimensiunea populației.

PN 1611 0109- Implementarea principiului de foraj în tufă pentru instalații de foraj staționare, cu deplasare în pași, cu instalația complet montată (RIG WALKINGS SYSTEMS DRILLING EQUIPMENT)

Obiectivele programului - ENERGIE, MEDIU SI SCHIMBARI CLIMATICE au fost atinse prin realizarea completă și la termen a fazei de execuție:

- Identificarea și analiza încărcărilor mastului și substructurii instalației de foraj F 320, care se deplasează în stare complet montată;
- Studierea dispozitivelor de deplasare (Stealth Pods) necesare și a modului de cuplare a picioarelor hidraulice la săniile substructurii;

- Proiect tehnic pentru săniile longitudinale și transversală ale substructurii instalației de foraj F 320 EA/DEA adaptate la mecanismele de deplasare pas cu pas.

PN 1611 0110-Senzor izotrop pentru măsurarea poluării electromagnetice – camp magnetic si electric – in zonele afectate de transportul si distributia energiei electrice

Faza1:Elaborare concepie si proiect senzor izotrop pentru camp magnetic/electric 50Hz

Relativ la prima fază a proiectului, au fost atise toate obiectivele, respectiv concepția constructivă care cuprinde importante elemente de originalitate, prin asigurarea condiției de ortogonalitate a celor doi vectori E și H , elemente de proiectare aferente, precum și elaborarea unor ecuații originale privind corelația dintre defazajul E/H și distanța sursă-senzor.

În plus, s-a realizat și validarea soluției constructive prin experimente preliminare, ceea ce nu era prevăzut în obiectivele fazei, rezultat care nu era prevăzut în obiectivele fazei.

În continuare, se prezintă cele patru dispozitive capacitive folosite ca senzori de câmp electric și nivelul semnalului captat:

a. *Senzor tip horn*. Este alcătuit din două plăci metalice cu înălțimea de 17 cm prinse la un capăt pe un material dielectric și evazate la celălalt capăt. Dimensiuni: A = 24 cm, B = 1.5 cm, C = 3 cm. Nivelul semnalului recepționat folosind acest dispozitiv este de 1.76 V iar forma semnalului obținut este prezentată în Fig. 7.

b. *Senzor de tip condensator cilindric cu grosimea dielectricului $d_1 = 4$ mm*. Diametrul exterior al condensatorului cilindric este D = 20 cm iar înălțimea armăturii metalice este de 30 cm. Nivelul semnalului recepționat: 1.16 V. Forma semnalului obținut este prezentată în Fig. 8.

c. *Senzor de tip condensator cilindric cu grosimea dielectricului $d_2 = 25$ mm*. Diametrul exterior al condensatorului cilindric este D = 20 cm iar înălțimea armăturii metalice este de 30 cm. Nivelul semnalului recepționat: 3.14 V. Oscilograma semnalului obținut este prezentată în Fig. 9.

d. *Senzor de tip condensator plan* cu lungimea L = 14 cm, lățimea l = 7 cm și grosimea dielectricului d = 0.2 mm. Nivelul semnalului recepționat: 0.62 V. Forma semnalului obținut este prezentată în Fig. 10.

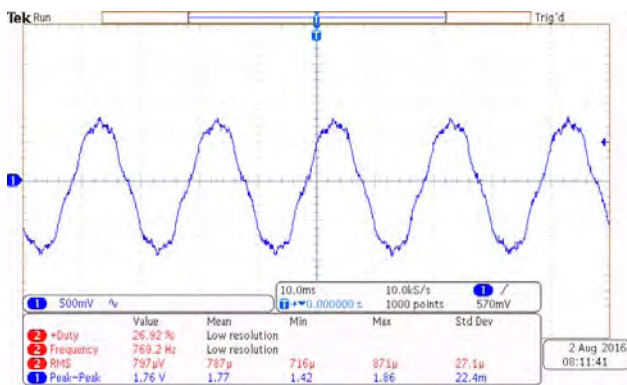


Fig. 7. Oscilograma semnalului obținut cu senzorul de tip horn

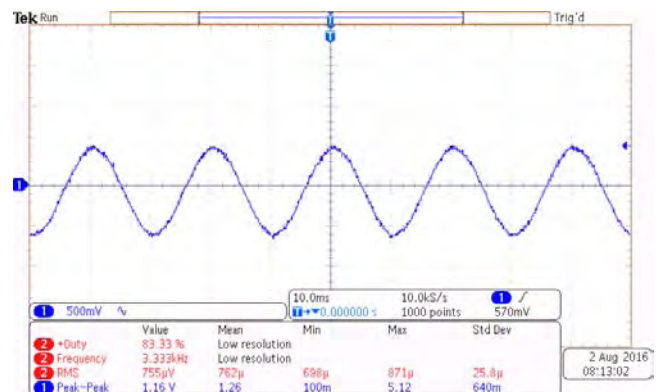


Fig. 8. Oscilograma semnalului obținut cu senzorul de tip condensator cilindric cu dielectric de grosime 4 mm

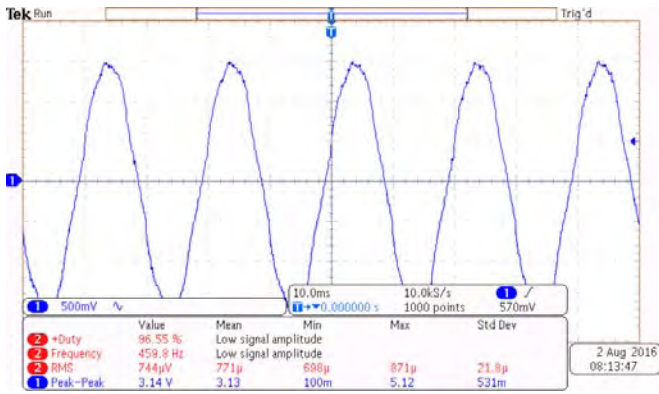


Fig. 9. Oscilograma semnalului obtinut cu senzorul de tip condensator cilindric cu dielectric de grosime 25 mm

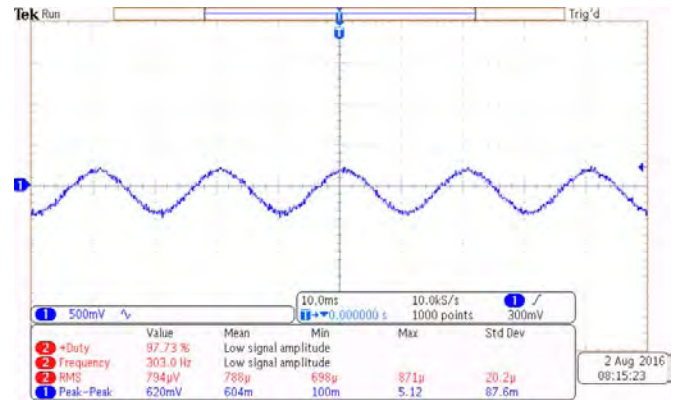


Fig. 10. Oscilograma semnalului obtinut cu senzorul de tip condensator plan

Din rezultatele obținute, se observă ca senzorii de tip condensator cilindric furnizează un semnal cu nivel ridicat (peste 1 V) și cu formă de undă puțin deformată. De asemenea, se observă că, odată cu creșterea grosimii dielectricului crește și nivelul de semnal dat de sensor dar, unda se deformează.

Pentru validarea concepției constructive a fost realizat un experiment cu un *setup* ce cuprinde o bobină cu circa 220 000 spire pentru recepția câmpului magnetic și, respectiv, un condensator cilindric pentru recepția câmpului electric (în simetrie cilindrică) – Fig. 11.



Fig 11. Setup-ul folosit pentru validarea solutiei constructive adoptate.

În oscilogramele din Fig. 12 și din Fig. 13 se arată tensiunile corespunzătoare câmpului magnetic, respectiv câmpului electric recepționate.

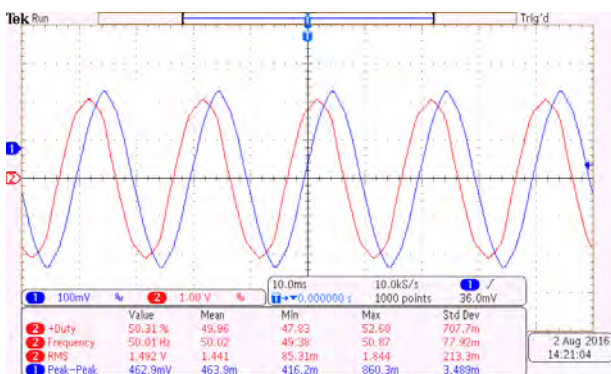


Fig. 12 Oscilogramă ce prezintă tensiunile corespunzătoare câmpului magnetic

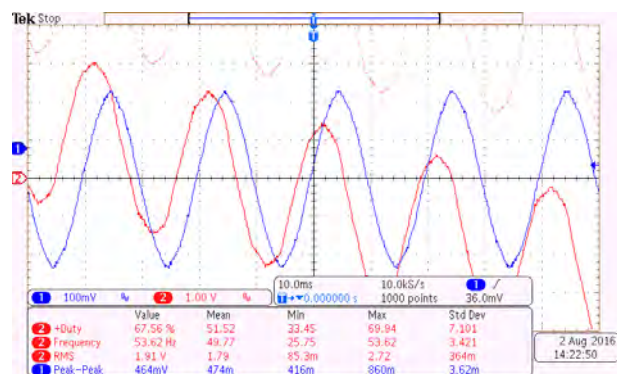


Fig. 13. Oscilogramă ce prezintă tensiunile corespunzătoare câmpului magnetic

Se observă că există un defazaj între cele două funcții armonice, defazaj care poate fi pus în corelație cu distanța sursă-senzor.

Pentru a demonstra că cele două funcții armonice reprezintă câmpurile specificate, a fost creat un câmp magnetic variabil prin mișcarea unui magnet puternic la câțiva metri de senzorul magnetic. Se observă foarte clar că numai una dintre cele două funcții armonice se modifică și recepționează acel câmp magnetic de joasă frecvență – cealaltă funcție, aferentă câmpului electric, rămânând nemodificată.

Rezultatele obținute în cadrul actualei faze sunt considerate a fi deosebit de relevante, fiind atinse toate scopurile/obiectivele cercetării, și anume:

Studiu și concepție pentru senzor izotrop pentru câmp magnetic/electric 50 Hz cu elemente de proiectare;
Formule originale privind corelația între defazaj și distanța sursă - senzor.

Au fost demonstrate, prin experiențele preliminare, atât posibilitatea obținerii unor sensibilități performante, cât și punerea în evidență a legăturii care există între defazajul dintre cele două semnale și distanța sursă-senzor.

PN1611 0111: Sistem informatic pentru managementul flexibil și adaptiv al documentațiilor tehnice de utilaj petrolier

Faza: 1 - Sistematizarea și modulizarea construcțiilor metalice din componența instalațiilor de foraj reprezentative, cu simulare 3D

Obiectivul general urmărit în cadrul acestei faze a proiectului este sistematizarea și modulizarea construcțiilor metalice din componența instalațiilor de foraj reprezentative, cu simulare 3D

Obiectivul etapei se realizează prin următoarele activități:

- Realizarea unei baze de date cuprinzând construcțiile metalice (turle, masturi, substructuri) din componența instalațiilor de foraj stationare și transportabile reprezentative
- Verificarea la încărcări prin metoda elementului finit a unui component reprezentativ (turlă, mast și substructură)

În această fază fost realizată o bază de date conținând construcțiile metalice aferente instalațiilor de foraj și intervenție reprezentative, astfel:

- Masturi ale următoarelor instalații de foraj: F320 EC-DEC (mast cu profil deschis), F320 3DH, WF 125 -2DH (mast telescopic și mast clasic);
- Turla instalației F80;
- Substructuri ale instalațiilor de foraj și intervenție: F320 EC-DEC, WF 125 SA, WF 150-2DH (CAT).

Baza de date este structurată pe cele trei ansambluri principale: mast, turlă, substructură, un fișier pentru fiecare tip. În cadrul acestui fișier au fost realizate foi de lucru (Worksheets) pentru fiecare instalație în parte, denumite după instalația respectivă. Ansamblul este împărțit pe subansambluri și componente individuale denumite atât după numărul de desen cât și după denumirea produsului, astfel încât fiecare element să poată fi identificat cu ușurință.

Baza de date se va actualiza pe măsură ce se realizează noi variante constructive ale construcțiilor metalice ale instalațiilor de foraj și intervenție.

Tot în cadrul acestei faze a fost realizat calculul prin Metoda Analizei cu Element finit al turlei instalației F100, al mastului instalației F320 și al substructurii instalației F125. Pentru fiecare dintre acestea s-a realizat:

- modelarea geometrică;
- modelarea cu element finit;
- introducerea încărcărilor elementare și stabilirea combinațiilor de încărcări;
- realizarea analizei statice cu element finit;
- obținerea hărților de tensiuni și deformații și prin urmare a deformațiilor maxime și a eforturilor unitare maxime, pe combinații de încărcări;
- compararea rezultatelor obținute cu valorile limită din prescripțiile tehnice.

În urma analizei cu element finit a construcțiilor metalice menționate rezultă că, pentru fiecare dintre ele:

- Valoarea maximă a Rezultantei Tensiunilor din secțiunile elementelor este mai mică decât rezistența admisibilă a materialului.

- Pentru toate combinațiile de încărcări, coeficientul de siguranță obținut este mai mare decât cel recomandat pentru grupa de încărcări respectivă.

În concluzie, structurile rezistă pentru toate combinațiile de încărcări luate în calcul.

Prin conținutul lucrării, se poate aprecia că obiectivele propuse au fost îndeplinite în totalitate.

Faza: 2 - Sistematizarea și modulizarea trolilor de foraj din componența instalațiilor de foraj reprezentative

Obiectivul general urmărit în cadrul acestei etape a proiectului este sistematizarea și modulizarea trolilor de foraj din componența instalațiilor de foraj reprezentative

Obiectivul etapei se realizează prin următoarele activități:

- Realizarea unei baze de date cuprinzând trolile de foraj din componența instalațiilor de foraj staționare și transportabile reprezentative
- Verificarea la încărcări prin metoda elementului finit a unui component reprezentativ (troliu de foraj)

În această fază fost realizată o bază de date conținând trolile de foraj aferente instalațiilor de foraj și intervenție reprezentative: TF 25E din componența instalației F200, TFI 21 din componența instalației de foraj și intervenție WF 125 SA, TF 38 din componența instalației F320 DEA/EA. Această bază de date completează baza de date realizată în faza anterioară.

A fost realizat calculul prin Metoda Analizei cu Element finit al trolului de foraj TF25 din componența instalației de foraj transportabile F200 DEC-T pentru care s-a realizat:

- Determinarea datelor de intrare;
- Alegerea setului de unități de măsură folosit;
- Alegerea proprietăților de material;
- Modelarea geometrică a arborelui tobă de manevră;
- Modelarea cu element finit a arborelui tobă de manevră;
- Introducerea rezemării arborelui tobă de manevră;
- Introducerea încărcărilor elementare și stabilirea combinațiilor de încărcări;
- Realizarea analizei statice cu element finit pentru arborele tobă de manevră (obținerea deformațiilor maxime și a eforturilor unitare maxime precum și a reacțiilor pentru arborele tobă de manevră).

- Compararea rezultatelor obținute cu valorile limită din prescripțiile tehnice.

În urma analizei cu element finit a trolului de foraj rezultă că:

- Valoarea maximă a Rezultantei Tensiunilor din secțiunile elementelor este mai mică decât rezistența admisibilă a materialului.
- Coeficientul de siguranță obținut este mai mare decât cel recomandat pentru grupa de încărcări respectivă.

În concluzie, trolul rezistă pentru combinația de încărcări analizată.

Prin conținutul lucrării, se poate aprecia că obiectivele propuse au fost îndeplinite în totalitate.

PN1611 0112: Actuatori magnetostrictivi pentru exploatarea zăcămintelor sărăcite.

În cadrul fazei 1/2016 au fost finalizate obiectivele ;

I. Proiectarea unui stand poligon de laborator pentru exploatarea experimentarea la scara a exploatarei zacamintelor saracite utilizind metoda ultrasonica cu actuatori magnetostrictivi (de adaugat ca inafara modelului general au mai fost proiectate inca doua micromodele aferente necesara modelarii generale ;

- **A. Modelarea la nivelul ganglionului de petrol in legatura cu microstructura capilară(MGC)**
- **B. Modelul structurii geologice cu subdomeniul poros cu studiul antrenarii lichidelor si propagarii(MPP)**
Care reprezinta auxiliare importante ale modelului general ;
- **C. Modelul structurii geologice cu domeniul hibrid** ; subdomeniul poros, subdomeniul cu capilare si ganglioni de tiței cit și subdomeniul rigid impermeabil la care se adauga subdomeniul de stimulare sau antrenare pe baza de actuatori piezoelectrice sau magnetostrictivi de putere mica (MGCIS).

Aceste modele au presupus asimilarea unor elemente teoretice noi privind fizica fenomenelor capilare ,propagarea undelor ultrasonice prin domenii specifice cu faze lichide si solide ,cu porozitati si tensiuni superficiale foarte diferite.

II. Realizarea unui actuator magnetostrictiv de 1 kW, ce a inclus partea de proiectare breviar de calcul si realizarea unui model experimental .

Astfel se poate aprecia ca rezultate estimate au fost indeplinite , chiar in situatia de incertitudine referitoare la finanțarea primei faze a proiectului.

Se adaugă în anexa I o prezentare a tipurilor de modelari cit si a teoriei similitudinii cu principalele criterii utilizate in proiectarea celor 3 micromodele proiectate.

In fazele următoare se vor aborda incercarile actuatorului model experimental de 1 kW ,in conditii specifice de exploatare (si in ideea ca se va gasi intelegere sa fie incercat pe un domeniu saracit existent in proprietatea ROMPETROL) cit si experimente specifice pe cele 3 tipuri de modele experimentale la scara care apoi prin criteriile de similitudine sa fie extrapolate pe macrodomeniile specifice exploatarii zacamintelor saracite .

PN1611 0113: Solutii performante de crestere a rezistentei la uzura a componentelor cuplei de frecare rotor–stator a pompelor cu cavitati progresive

Faza1:Identificarea și analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive, identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor

Obiectivele urmărite în cadrul acestei faze:

O1: Aspecte privind relațiile dintre proprietățile vâscoelastice și comportamentul tribologic al elastomerilor în scopul optimizării statoarelor pompelor cu cavități progresive;

O2: Alegerea materialelor elastomerice și a parametrilor geometrici constructivi ai statoarelor în scopul reducerii uzurii cuplei rotor – stator și a măririi performanțelor pompei.

Rezultatele estimate sunt următoarele:

-Identificarea și analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive;

-Identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor.

Primul capitol al lucrării a avut ca scop identificarea si analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavitati progressive. In acest sens s-a arătat complexitatea contactului rotor –stator, pentru o mai bună înțelegere a necesității studierii comportării unui astfel de cuple de frecare. Sunt prezentate formele de deteriorare ale elastomerilor statoarelor. Această parte se continuă cu o definire a proprietăților mecanice ale acestor materiale și cu abordarea mecanismelor de frecare, relatia cu viscoelasticitatea și influența diversilor parametri. În încheierea primului capitol sunt rezumate formele de uzură, în scopul expunerii pricipalelor rezultate obtinute de cercetătorii, care lucrează în mod specific la uzura elastomerilor, aceasta fiind o temă distinctivă a tribologiei.

Pentru identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor au fost analizate numeroase aspecte dintre care pot fi amintite in principal urmatoarele:

a) aspectele privind relațiile dintre proprietățile vâscoelastice și comportamentul tribologic al elastomerilor în scopul optimizării statoarelor pompelor cu cavități progresive;

b) aspecte privind alegerea materialelor elastomerice și a parametrilor geometrici constructivi ai statoarelor în scopul reducerii uzurii cuplei rotor – stator și a măririi performanțelor pompei

Partea a doua a studiului, continuă cu investigarea materialelor pentru statoarele pompelor cu cavități progresive, în funcție de analiza caracteristicilor fizico-chimice și mecanice. Se consideră deosebit de importantă cunoașterea morfologiei și a proprietăților mecanice ale suprafețelor în determinarea eforturilor și a răspunsului materialului la diferite condiții de solicitare. S-a analizat geometria și cinematica pompei în scopul înțelegerii influenței parametrilor geometrici în alegerea materialelor și a soluțiilor constructive. Particularitățile specifice pompelor cu cavități progresive au impus o abordare complexă a acestui subiect.

Prin continutul lucrării, obiectivele propuse au fost îndeplinite.

La finalul Fazei nr.1 / 2016 a fost livrat următorul studiu: Identificarea și analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive, identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor

Faza 2: „Elaborarea unui sistem de proceduri de încărcare cu aliaje dure a subansamblului rotor prin procedeul HVOF și a selecției elastomerilor în scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor – stator a pompelor cu cavitate progresivă”

Obiectivele urmărite în cadrul acestei faze sunt:

O1: Metode de reducere a uzurii cuplei de frecare rotor – stator a pompelor cu cavitati progresive ;

O2: Elaborarea unui sistem de proceduri de încărcare cu aliaje dure a subansamblului rotor prin procedeul HVOF și a selecției elastomerilor în scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor-stator a pompelor cu cavitate progresivă

În cadrul fazei s-au obținut următoarele rezultate, respectiv:

-Metode de reducere a uzurii cuplei de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progressive;

-Elaborarea unui sistem de proceduri de încărcare cu aliaje dure a subansamblului rotor prin procedeul HVOF și a selecției elastomerilor în scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor – stator a pompelor cu cavitate progresivă”.

Primul capitol al lucrării a avut ca scop prezentarea metodelor de reducere a uzurii în cupla rotor – stator a pompelor cu cavități progresive. Acestea, constau în principal în metode de reducere a uzurii cuplei rotor și în selecția adecvată a elastomerului statorului în scopul reducerii uzurii în cupla de frecare rotor – stator..

Metode de reducere a uzurii cuplei rotor

Pentru a îmbunătăți performanța pompelor, rotorul este fabricat din oțel aliat de înaltă rezistență durificat cu acoperiri rezistente la abraziune, placări, de obicei, crom, dar, de asemenea, într-o măsură mai mică nitrurare, borurare și pulverizare termică pe bază de WC și pulberi ceramice. În urma investigațiilor a rezultat ca tehnologia de pulverizare termică cu flacăra cu viteză mare și-a dovedit eficiența pentru extracția titeiurilor ușoare, medii și grele. Aceasta metoda a fost recomandată pentru reducerea uzurii rotorului.

Selectarea elastomerilor în scopul reducerii uzurii cuplei stator

Statorul este realizat dintr-un elastomer turnat în interiorul corpului unui tub metalic. Scopul a fost alegerea materialului care să satisfacă simultan condițiile de etanșitate și tribologice specifice diferitelor condiții de zăcământ din sondele de petrol și gaze. S-a propus utilizarea elastomerilor butadieni acrilonitrilici (NBR), și variante ale acestora, astfel pentru rezolvarea problemelor legate de mărirea domeniului de temperatură s-au propus elastomerii butadieni acrilonitrilici hidrogenați HNBR. La selectarea elastomerilor s-au avut în vedere: stabilitatea proprietăților elastomerilor la temperaturi ridicate; asigurarea durabilității fixării în corpul metalic; mărirea duratei de viață a pompei.

Partea a doua a lucrării și-a propus o detaliere a procesului de pulverizare termică, în vederea durificării rotorului prin procedeul de pulverizare cu flăcără cu mare viteză (HVOF) cu carbură de wolfram, cunoscând cerințele de calitate impuse suprafețelor subansamblului rotor. Rezultate obținute au constat în cercetarea procesului de încărcare cu carburi de wolfram prin procedeul de pulverizare cu flăcără cu viteză mare, cu analiza factorilor care determină realizarea unei bune acoperiri; cercetarea parametrilor tehnologici ai procesului de încărcare, care să asigure condițiile tehnice impuse elementului rotor al cuplei. Sistemul de proceduri realizat este format din:

I. Procedură - Tehnologia Încărcării prin Pulverizare Cu HVOF;

II. Procedură – Pudra Carbură de Wolfram -Cobalt -Aglomerată și Sinterizată;

III. Procedură – Pudra: Carbură de Wolfram -Cobalt – Crom -Aglomerată și Sinterizată;

PN1611 0114-Creșterea eficienței forajului sondelor de hidrocarburi prin implementarea sistemului de foraj cu derivația închisă

Faza 1: Studiu privind posibilități de eficientizare ecologică a exploatării sondelor de gaze din zăcăminte epuizate”Proiectul a fost implementat în conformitate cu obiectivul fazei și cu obiectivele generale ale proiectului.

S-au identificat următoarele aspecte:

1. modificarea permeabilității la nivelul stratului productiv pentru blocarea chimică a apei de zăcământ, aplicând tratamente cu agenți chimici (tratamente cu gel); de asemenea, au fost studiate avantajele tratamentelor cu gel, criteriile de selecție, proiectarea dimensionării tratamentului și tehnici moderne de plasare a gelului;

2. modificarea greutateii specifice a coloanei de fluid de deasupra perforaturilor prin tratamente pentru spumarea apei de zăcământ prin utilizarea unor sticks-uri cu eliberare lentă, prin liftarea apei de zăcământ cu ajutorul pompelor cu piston sau prin injecție suplimentară de gaze în sondele de extracție.

3. ecologizarea procesului de reducere a cantităților de apă care pătrunde în sondele de extracție a gazelor naturale

A fost studiată influența structurii surfonațiilor asupra biodegradabilității și a vitezei de biodegradare pentru agenții activi de suprafață ionici și neionici, aciziilor grași naturali și nenaturali și a sărurilor lor, stabilindu-se o relație între structură și biodegradabilitate.

Au fost alese caracteristicile cele mai importante pentru selecționarea agenților de suprafață cu proprietăți de spumare foarte bune

A fost realizat un studiu din care rezultă posibilitățile de ecologizare a procesului de extracție a sondelor de gaze din zăcăminte depletate și sonde inundate.

Faza 2 : "Proceduri de lucru și mod de operare pentru implementarea tehnologiilor de foraj la subechilibru și foraj cu presiune controlată în sondă, în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă"

Proiectul a fost implementat în conformitate cu obiectivul fazei și cu obiectivele generale ale proiectului.

Au fost elaborate următoarele proceduri:

1. Procedură de lucru specifică forajului în sistem închis - pentru reglarea presiunii în sondă în vederea traversării zonelor incompatibile forajului clasic;

2. Procedură de lucru specifică forajului cu sonda curgând (flowdrilling) - constă în realizarea unei anumite presiune în sondă, care să permită pătrunderea și curgerea fluidelor din porii rocii colectoare în fluidul de foraj și odată cu acesta la suprafață, unde sunt separate, eventual stocate - constă în realizarea unei anumite presiune în sondă, care să permită pătrunderea și curgerea fluidelor din porii rocii colectoare în fluidul de foraj și odată cu acesta la suprafață, unde sunt separate, eventual stocate;

3. Procedură pentru alegerea fluidului de foraj, specifică forajului la subechilibru prin metoda flowdrilling – constă în alegerea fluidului de foraj, funcție de densitatea lui, astfel încât să se asigure în sondă o presiune mai mică decât presiunea din pori, dar să rămână suficient de mare ca să mențină în echilibru peretele sondei. Limita inferioară a greutății specifice se stabilește de operator prin monitorizarea comportamentului sondei, ținând cont de concentrația și forma detritusului ;

4. Procedură specifică forajului la subechilibru prin metoda de foraj cu aer - are în vedere: uscarea sondei, evacuarea fluidelor din sondă și pornirea forajului;

5. Procedură de lucru la forajul cu tampon de fluid greu în spațiul inelar închis - constă în plasarea în spațiul inelar, până deasupra stratului cu probleme, a unui fluid vâscos, cu densitate mare, cu rolul de a contrabalansa cea mai mare parte din presiunea din stratele de sub zona de pierderi;

6. Procedură de lucru la forajul cu tampon de fluid presurizat - se aplică, în mod tipic, pentru forajul formațiunilor carbonatice fracturate, unde gradientul presiunii din pori și al pierderilor de fluid sunt aceleași, rezultând pierderi totale de noroi și manifestări eruptive, în aceeași secțiune a găurii de sondă;

7. Procedură de lucru pentru forajul cu presiune constantă la talpa sondei – constă în realizarea unei presiuni constante pe talpa sondei la întreruperea circulației, pentru adăugarea bucății de avansare;

8. Mod de operare cu reducția pentru circulație continuă - construcția reducției pentru circulație continuă se va realiza dintr-un corp de prăjină de foraj, prevăzut, cu cep și mufă la capete. În interiorul corpului se montează o casetă cu două supape de sens unic – una pe verticală, pe direcția cep-mufă, iar a doua pe o direcție perpendiculară, care continuă cu un orificiu lateral, prevăzut cu un sistem de prindere rapidă a furtunului de presiune prin care se realizează circulația continuă.

Procedurile de lucru definesc clar ordinea tehnologica.

PN1611 0201-Magneți permanenți bazați pe interacțiune de schimb în sistemele oxidice

Faza1: Sinteza sistemelor oxidice nanostructurate, de tip fază dură / fază moale

Pentru realizarea obiectivului general al subtemei propuse au fost stabilite obiective specifice, care pentru prima etapa au urmărit:

▲Ob1. Realizarea loturilor de nanopulberi monodisperse și bifazice, pornind de la sisteme oxidice nanostructurate; în cadrul acestui obiectiv specific s-au urmărit prepararea prin sinteza chimică de sisteme nanocompozite ferită dură/ferită moale;

▲Ob2. Caracterizarea magnetică preliminară a nanopulberilor preparate; în cadrul acestui obiectiv specific, rezultatele urmărite au fost caracterizarea magnetică preliminară a sistemelor nanocompozitelor preparate, cu ajutorul magnetometriei, în vederea selectării variantelor compositionale pretabile pentru dezvoltarea efectului de interacție de schimb.

Faza 2: Caracterizarea complexă a pulberilor magnetice monodisperse și a compozitelor bifazice

Pentru cea de-a doua etapa a proiectului, în vederea realizării obiectivului general al subtemei propuse au fost stabilite obiective specifice, care au urmăriți:

▲ **Ob3. Caracterizarea magnetică** a loturilor de nanopulberi feritice preparate; în cadrul acestui obiectiv specific s-au urmărit caracterizarea magnetică preliminară a sistemelor nanocompozitelor preparate, cu ajutorul magnetometriei și punerea în evidență a fenomenului de interacție de schimb pentru nanocompozitele ferita dură / ferită moale;

▲ **Ob4. Caracterizarea morfo-structurală** a loturilor de nanopulberi feritice preparate, în cadrul acestui obiectiv specific, rezultatele urmărite fiind: caracterizarea structurală, prin difracție de raze X și morfologică, prin microscopie electronică de baleiaj și analize cu micro-sonda de energie dispersivă, a nanocompozitelor magnetice care prezintă interacție de schimb.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale derulate în prima etapă a proiectului corespund obiectivelor specifice **Ob1, Ob2, Ob3 și Ob4** propuse.

În urma analizei influenței naturii fazelor constituente, a concentrației acestora, precum și a temperaturii de procesare asupra sistemelor oxidice nanostructurate, preparate prin sinteza chimică au fost realizate două studii: **"Studiu experimental privind sinteza sistemelor oxidice nanostructurate, de tip fază dură / fază moale"** și **"Studiu experimental privind caracterizarea complexă a pulberilor magnetice monodisperse și a compozitelor bifazice"**.

Totodată, au fost realizate **6 modele experimentale de nanocompozite magnetice durificate prin interacție de schimb în sistemul $\text{SrO} \cdot \text{Fe}_{12}\text{O}_{18} / \text{CoFe}_2\text{O}_4$** , modele experimentale ce satisfac condițiile obiectivului asumat prin propunerea de proiect (magnetizare la saturare $M_s = 40 \text{ emu/g}$ și raport $M_r / M_s > 0,5$).

Din concordanța rezultatelor obținute cu țintele stabilite se poate aprecia realizarea obiectivelor primelor două faze ale contractului de cercetare științifică.

PN1611 0202-Supercapacitor cu electrozi din material electroactiv pe baza de materiale grafenice

Faza1. Obținere de materiale grafenice prin sinteză chimică și/sau depunere chimică din fază de vapori (CVD)

Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale derulate în primă etapă a proiectului corespund obiectivului fazei și obiectivelor specifice asociate.

De asemenea, în baza rezultatelor experimentale obținute privind obținerea de materiale grafenice prin sinteza chimică a oxidului de grafit urmată de reducerea acestuia într-o singură etapă, respectiv prin depunerea chimică din fază de vapori de straturi grafenice și investigarea materialelor obținute prin tehnici complexe de caracterizare, a fost realizat un **"Studiu experimental privind obținerea de materiale grafenice prin sinteză chimică și/sau depunere chimică din fază de vapori (CVD)"**.

Variantele experimentale de materiale grafenice obținute atât prin sinteză chimică (tehnica top-down) – 6 variante experimentale, cât și prin depunere chimică din fază de vapori (CVD) – 2 variante experimentale, vor fi utilizate în etapele următoare pentru realizarea de materiale electroactive.

Din concordanța rezultatelor obținute cu țintele stabilite, se poate aprecia realizarea obiectivelor acestei faze a contractului de cercetare științifică.

Faza 2. Realizare de materiale electroactive pe baza de materiale grafenice. Caracterizarea din punct de vedere al performanțelor ca electrod negativ

Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale derulate în cea de-a doua etapă a proiectului corespund obiectivului fazei și obiectivelor specifice asociate.

De asemenea, în baza rezultatelor experimentale obținute privind obținerea de materiale grafenice electroactive prin sinteza chimică a oxidului de grafit urmată de reducerea acestuia într-o singură etapă, investigarea materialelor obținute prin tehnici complexe de caracterizare, realizarea de electrozi din materialele elaborate și caracterizarea acestora din punct de vedere al performanțelor electrochimice ca electrod negativ în supercapacitori, a fost realizat un **"Studiu experimental privind realizarea de materiale electroactive pe bază de materiale grafenice și caracterizarea din punct de vedere al performanțelor ca electrod negativ"**.

Variantele experimentale de materiale grafenice electroactive obținute prin sinteză chimică (tehnica top-down) – 2 variante experimentale, cât și varianta hibridă de material electroactiv oxid grafenic/nanocarbon conductiv, vor fi utilizate în etapele următoare pentru realizarea modelului demonstrativ de supercapacitor.

Din concordanța rezultatelor obținute cu țintele stabilite, se poate aprecia realizarea obiectivelor acestei faze a contractului de cercetare științifică.

PN16110203- Obținerea de conductori pe bază de microfibre cu nanotuburi carbonice

Faza: 1 - Proiectarea și realizarea dispozitivului de filare umedă a microfibrelelor cu nanotuburi de carbon. Procurarea precursorilor obținerii microfibrelelor cu nanotuburi și caracterizarea acestora.

Obiectivele fazei au fost îndeplinite în totalitate. Astfel:

1. A fost elaborată o metodă metode de obținere a microfibrelelor carbonice cu nanotuburi carbonice prin filare umedă;

Prin metoda propusă, de filare umedă a microfibrelelor carbonice cu nanotuburi, aglomerări de nanotuburi de carbon cu o lungime de aprox. 5 μm , vor fi dispersate într-o baie de acid clorosulfonic, la o concentrație de (2-6) % în greutate și filtrate pentru a îndepărta particulele, în scopul de a forma un amestec de tip cristal lichid filabil.

Amestecul va fi extrudat printr-o duză de filare (cu diametrul de 65-80 μm) pentru a crea fire lungi cu nanotuburi carbonice. Aceste fire lungi vor fi apoi trecute printr-un mediu coagulant (acetona sau apă) pentru a îndepărta acidul după care vor fi înfășurate pe un tambur și lăsate să se usuce.

Viteza liniară a tamburului va fi mai mare decât viteza amestecului la ieșirea din duza de filare, pentru a asigura o aliniere foarte bună a nanotuburilor de carbon printr-o întindere și tensionare continuă a filamentului.

Fibrele vor fi apoi spălate cu apă și uscate în etuvă la 115 °C.

2. A fost elaborată o metodă metode de obținere a microfibrelelor carbonice cu nanotuburi carbonice prin filare uscată;

Nanotuburile carbonice vor fi dispersate în acid sulfuric pentru ca nanotuburile să poată fi împrăștiate într-un strat subțire pe o folie de teflon;

După uscare, marginea filmului va fi prinsă cu ajutorul unui dispozitiv de prindere ce va permite tragerea unei fibre cu o forță constantă pentru a obține un fir lung similar cu firul de lână care se obține prin tragere și răsucire.

3. A fost proiectată instalația de filare umedă a microfibrelelor cu nanotuburi de carbon și a fost elaborat un proiect de execuție.

4. În baza proiectului de execuție a fost realizată instalația de filare umedă a microfibrelelor cu nanotuburi de carbon.

reactorul-rezervor a fost realizat din țevă de oțel inox austenitic AISI 304/ W1.4301, cu pereți cu grosimea de 3 mm prevăzut să suporte presiuni de max. 90 bari;

sistem de reglare a presiunii în reactor (0,5 ÷ 2) bari până la max. 10 bari;

duza de filare cu un canal de 150 μm realizată din oțel inox austenitic;

ansamblul de filare, din oțel inox austenitic AISI 304/ W1.4301, prevăzut cu un racord superior la flanșa inferioară a reactorului iar la celălalt capăt cu un racord de prindere etanșă a duzei de filare de 150 μm .

reglarea filării până la o valoare de max. 10 mg/min. corelată cu viteza de depănare a tamburului cu diametrul de 270 mm.

filarea unor dispersii de nanotuburi carbonice (mg) în acid clorosulfonic (ml) de max. 10 mg/ml.

5. A fost realizată o instalație simplă de filare uscată a fibrelor cu nanotuburi carbonice

6. Au fost stabiliți precursorii necesari obținerii microfibrelelor cu nanotuburi și au fost caracterizați.

PN1611 0204-Aliaje ultradure pentru aplicații structurale

Obiectivele proiectului în cadrul fazelor derulate au fost atinse în totalitate

Faza 1. Experimentari de obținere aliaje ultradure și caracterizarea acestora

Aliajele ultradure de tip AHSS și HEA au fost caracterizate pentru determinarea caracteristicilor fizice, microstructurale și mecanice. Densitatea aliajelor ultradure de tip AHSS și HEA este prezentată în tabelul 3.

Tabel nr. 3 Valori ale densitatii aliajelor ultradure de tip AHSS si HEA

| Nr. crt | COD PROBA | ρ_1 (g/cm ³) | ρ_2 (g/cm ³) | ρ_3 (g/cm ³) | ρ_m (g/cm ³) | Deviatia standard |
|---------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | AHSS 1 turnat | 7.226 | 7.234 | 7.230 | 7.230 | ±0,02 |
| 2 | AHSS 2 turnat | 7.172 | 7.171 | 7.175 | 7.173 | ±0,02 |
| 3 | AHSS -SPS (h=3 mm, 1050°C, 40 MPa) | 6,855 | 6,880 | 6,879 | 6,87 | ±0,02 |
| 4 | AHSS - SPS (h=3 mm, 1100°C, 40 MPa) | 7,117 | 7,129 | 7,116 | 7,121 | ±0,017 |
| 5 | HEA – 2 topiri | 7,280 | 7,284 | 7,283 | 7,282 | ±0,0017 |
| 6 | HEA – 3 topiri | 7,250 | 7,253 | 7,246 | 7,250 | ±0,0029 |
| 7 | HEA40 h – SPS (h=3 mm 950°C) | 6,533 | 6,518 | 6,524 | 6,525 | ±0,0062 |
| 8 | HEA40h – SPS (h=6 mm, 1000°C, 32 MPa) | 6,806 | 6,807 | 6,806 | 6,806 | ±0,002 |
| 9 | HEA40h – SPS (h=3 mm, 1000°C, 32 MPa) | 6,900 | 6,895 | 6,985 | 6,927 | ±0,04 |
| 10 | HEA40h – SPS (h=3 mm, 1050°C, 32 MPa) | 7,069 | 7,068 | 7,074 | 7,070 | ±0,0026 |

Aliajele AHSS obtinute prin turnare prezinta valori ale durtatii (626 HV), modulului Young (185 GPa) si rigiditatii de contact elastic (0,008 N/μm mai mari decat cele obtinute pentru materialele procesate prin sinterizare. Materialele ultradure sintetizate de tip AHSS prezinta atat o deformare plastica cat si o deformare elastica la aplicarea unei forte de indentare pe parcursul ciclului de incarcare/descarcare. (fig. 9)

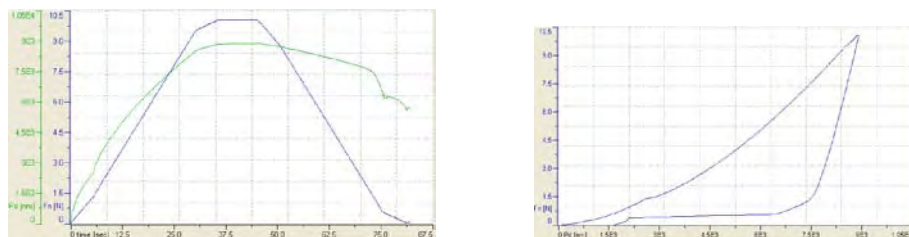


Fig. 9 Curbe de încărcare si de deplasare, functie de timp,

si curbe de încărcare-deplasare, în analiza Oliver&Pharr pentru aliajele ultradure de tip AHSS si HEA

Valorile durtatii Vickers, a Modulului lui Young si a rigiditatii de contact elastic obținute în urma testelor de microindentare pentru probele de ME de aliaje ultradure de tip HEA sunt influentate de procedeul de obtinere utilizat. Daca in cazul materialelor ultradure de tip AHSS procesul de topire – turnare conduce la obtinerea unor valori mai mari pentru caracteristicile mai sus mentionate, in cazul aliajelor ultradure de tip HEA, valori mai mari pentru aceste caracteristici se obtin pentru procesari pornind de la amestecuri de pulberi. (HV = 597, E = 141 GPa, Rigiditate de contact 0,006 N/μm)

Caracterizarea microstructurala realizata prin microscopie electronica a evidentiat microstructuri specifice tipului de aliaj si procedeului de obtinere. In figura 10 se prezinta microstructurile reprezentative obtinute

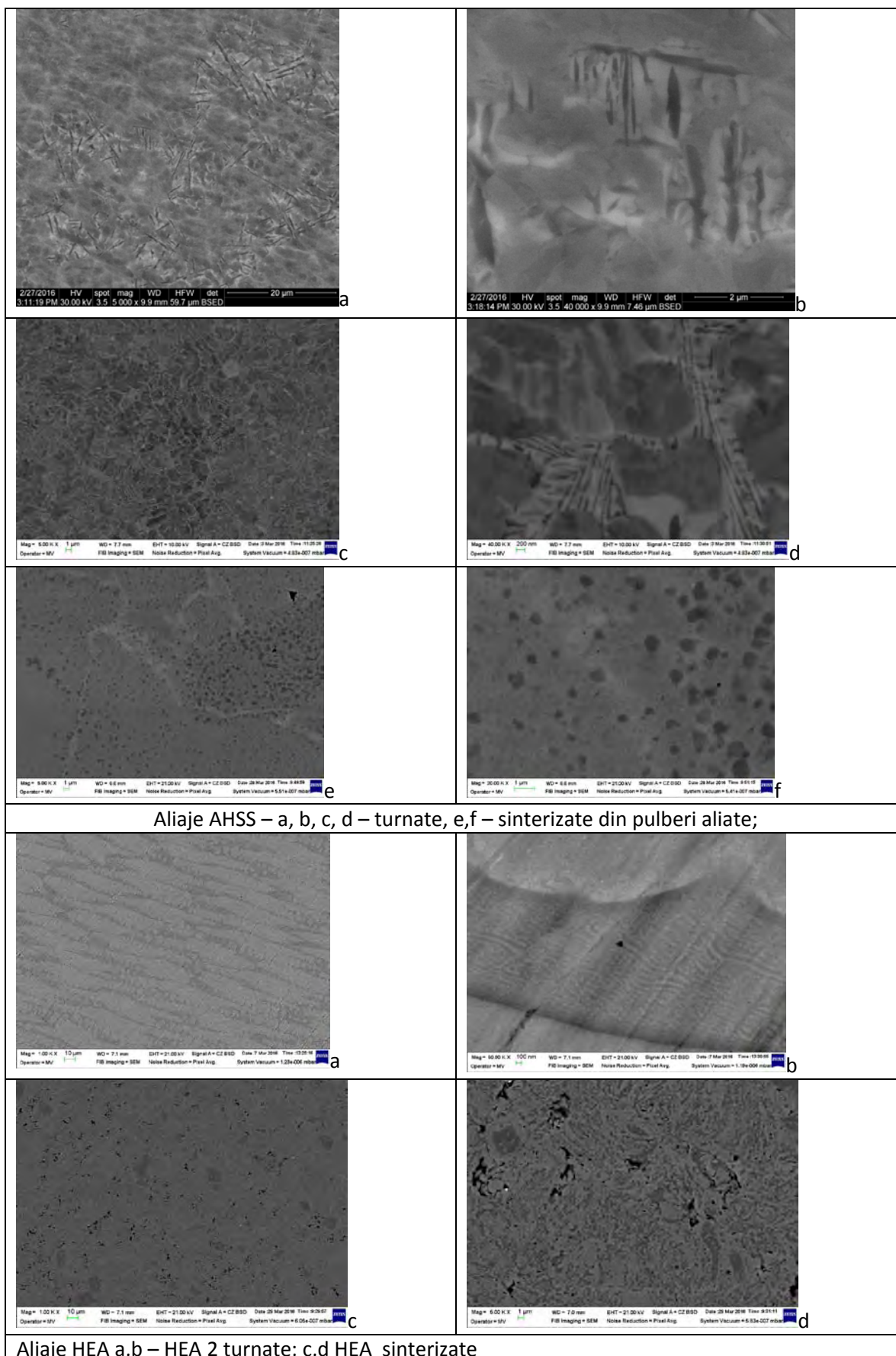


Fig. 10 Microstructuri SEM obtinute pe aliajele ultradure elaborate

Structura optima pentru aliajele ultradure de tip AHSS este obtinuta in cazul materialului sinterizat la 1100 °C. Graunti echiaxi cu dimensiuni de ordinul a 50 -60 μm delimitati de limite de graunte curate in care se gasesc fin

dispersate particule dintr- o a doua faza precipitata relativ uniform in matricea metalica, cu forme poliedrice si/sau aproximativ sferice de dimensiuni foarte mici. Atacul cu nital 5% evidentiaza si in cazul aliajelor AHSS turnate formatiuni sferice de boruri precipitate in matricea metalica de ferita

Aliajul ultradur de tip HEA prezinta o structura dendritica foarte fina si orientata preferential rezultata ca urmare a racirii rapide in forma de cupru. Spatiul interdendritic este ocupat de o a doua faza dispusa in retea a carei microstructura este vizibila la marii mari si care pare a fi rezultatul unei descompunerii spinodale determinata exclusiv de difuzie. (Fig. 10 - HEA 2b)

Difractia de raze X evidentiaza structura multifazica a materialului de tip AHSS si structura preponderent bifazica a materialului HEA. (Fig. 11). Aliajul ultradur de tip AHSS obtinut prin turnare prezinta o structura care consta dintr-o faza majoritara de solutie solida de ferita cu retea cristalina de tip cvc si parametrul de retea $a = 2,86 \text{ \AA}$ alaturi de care coexista faza de compus intermetallic $\text{Fe}_4\text{Si}_7\text{Zr}_4$ care cristalizeaza in sistem tetragonal, compusul intermetallic $(\text{Fe}_9\text{B})_0,2$ si o cantitate de Fe rezidual. In stare turnata, aliajele ultradure de tip HEA prezinta o structura dendritica foarte fina orientata preferential semn al racirii cu viteza mare dat de matrita de cupru. In stare sinterizata aliajele ultradure de tip HEA prezinta o structura bifazica constand din 2 tipuri de graunți a caror culoare este diferita in functie de retea cristalina cvc sau cfc a acestora.

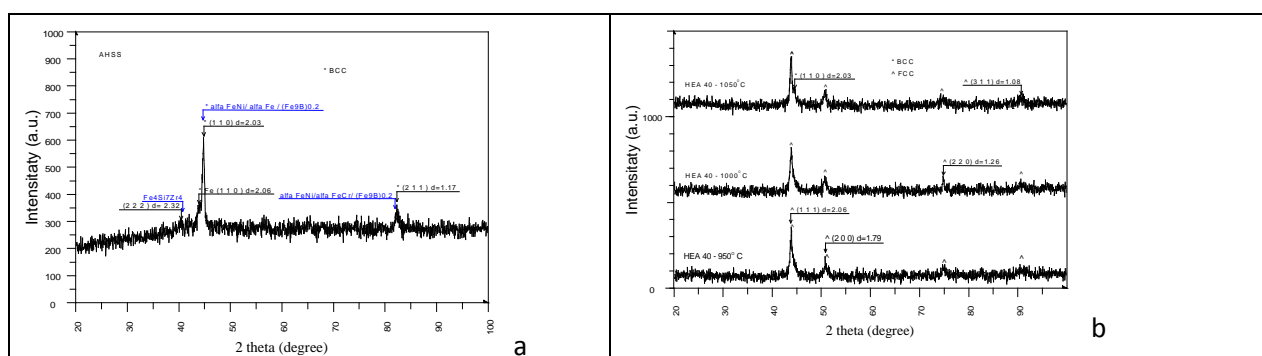


Fig. 11 Imagini de difractie indexate a) Aliaj de tip AHSS turnat; b) Aliaj de tip HEA

Valorile rezistentei mecanice sunt prezentate in tabele 4, 5 si 6 pentru fiecare tip de incercare mecanica efectuata

Tabel 4 Valorile rezistentei mecanice la incercarea la compresiune a aliajelor ultradure

| Nr proba | Dimensiuni proba, mm | Rm, MPa | Rp0,2, MPa | E, GPa | Deformare, mm |
|----------|----------------------|---------|------------|--------|---------------|
| AHSS1 | Do – 8 mm x 12,8 | 659,93 | - | 12,39 | 0,69 |
| AHSS2 | Do – 6 mm x 12 | 795,74 | 790,68 | 17,59 | 0,57 |
| HEA 3 | Do – 6 mm; h – 12mm | 1172,24 | 416,91 | 16,109 | 2,76 |

Tabel 5. Valorile rezistentei mecanice la incercarea la incovoiere a aliajelor ultradure

| Nr. proba | Dimensiuni proba, mm | Rm, MPa | Rpo,2, MPa | E, GPa | A5, % | F, N | Deformare, mm |
|-----------|----------------------|---------|------------|--------|-------|---------|---------------|
| AHSS1 | 10 x 3 | 172,86 | - | 141,33 | 0,59 | 518,58 | 0,03 |
| AHSS 2 | 10 x 3 | 448,92 | - | 172,83 | 0 | 1346,76 | 0,06 |
| HEA 2 | 10 x 3 | 1283,24 | 670,57 | 72,46 | 7,79 | 3849,48 | 1,53 |
| HEA 3 | 10 x 3 | 1518,01 | 786,17 | 135,94 | 11,11 | 4548,6 | 2,22 |

Tabel 6. Valorile rezistentei mecanice la incercarea de tractiune a aliajelor ultradure

| Nr proba | Dimensiuni proba, mm | Rm, MPa | Rp0,2, MPa | E, GPa | A5, % | Deformare, mm |
|----------|----------------------|---------|------------|--------|-------|---------------|
| HEA 2 | 2,83 x 1,703 | 544,05 | 264,76 | 45,05 | 38,24 | 2,34 |
| HEA 3 | 2,86 x 1,81 | 421,06 | 265,07 | 67,02 | 24,27 | 1,02 |
| AHSS | Foarte fragil | | | | | |

Curbele tipice de deformare pentru aliajele ultradure HEA sunt prezentate in fig. 12.

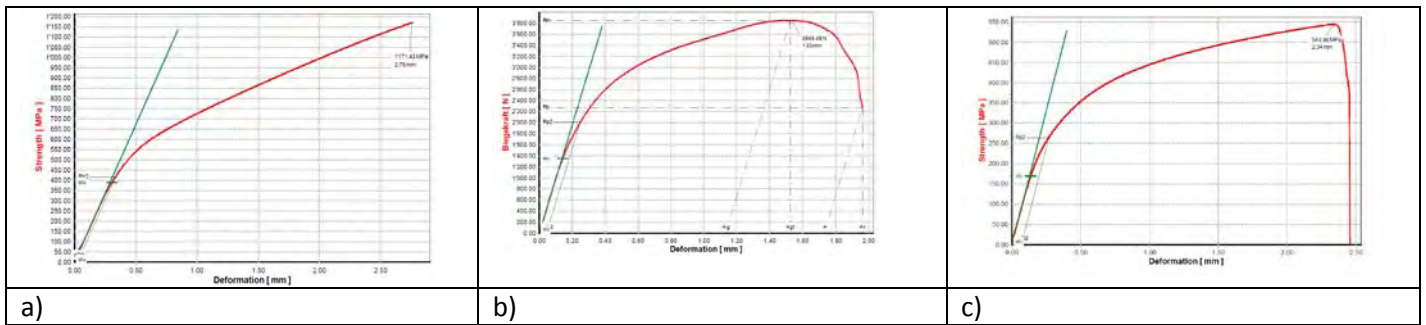


Fig.12 Curbe tipice de deformare pentru aliajele ultradure de tip HEA- a) incercarea la compresiune, b) incercarea la incovoiere; c) incercarea la tractiune

Aliajele ultradure de tip AHSS se deformeaza elastic pana la valori relativ mari ale fortelor aplicate. Avand in vedere limitarea echipamentului de incercare, alura curbei de deformare si aspectul probei dupa incercare (fara semne de distrugere a integritatii materialului), demonstreaza ca materialul poate suporta forte de incercare mult mai mari in special la solicitarea in compresie. Aliajele de tip HEA prezinta o mare plasticitate la incercarea la tractiune.

Evidentierea tipului de rupere a fost realizata prin analiza suprafetei de rupere in imaginile obtinute prin microscopie electronica. (fig. 13)

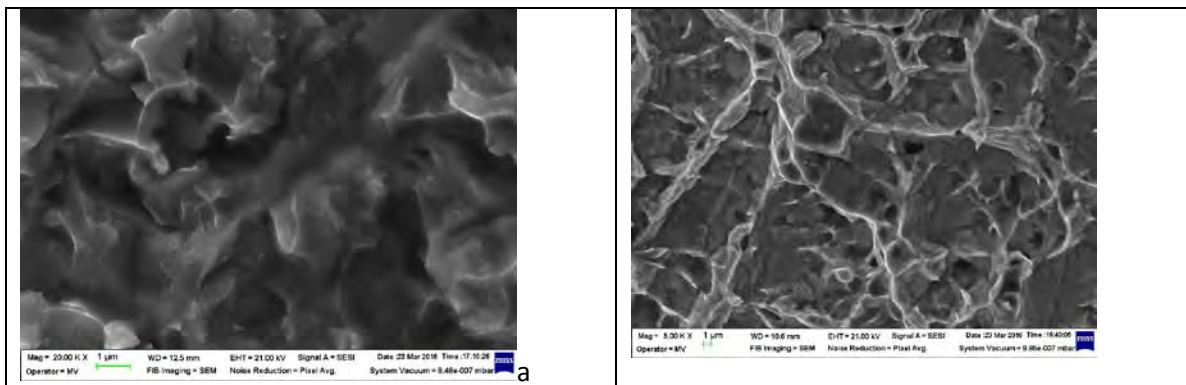


Fig. 13. Imagini SEM corespunzatoare suprafetei de rupere a probelor dupa testarea mecanica la alungire. a) aliaj de tip AHSS; b) aliaj de tip HEA

Aliajele ultradure de tip AHSS prezinta o rupere preponderent fragila desi au fost identificate si zone cu rupere ductila. Ruperea fragila se realizeaza prin mecanisme de clivaj, cvasiclivaj sau prin rupere intragranulara (prin graunte) si intergranulara (rupere la limita de graunte). Aliajele ultradure de tip HEA prezinta aspecte de rupere fragil- ductil. Ruperea fragila se inregistreaza la nivel dendritic. Acest lucru poate arata ca faza constitutiva situata dendritic este de tip solutie solida cvc. Ruperea ductila se inregistreaza la nivel interdendritic evidentiind reseaua cristalina cfc a fazei interdendritice. Explicatia pentru care faza cfc este ductila este data de faptul ca ruperea se realizeaza pe planele cu densitatea cea mai mare de atomi. Pentru faza cfc, planele de alunecare sunt planele (111) care au si densitatea cea mai mare de atomi.

F2
Aliajele ultradure de tip AHSS si HEA tratate termic au fost caracterizate in vederea determinarii caracteristicilor fizice, microstructurale si mecanice.

Caracterizarea fizica a constat in determinarea duritatii, a modulului Young si a rigiditatii de contact elastic, prin teste de microindentare, în conformitate cu standardele ISO 14577-1:2007, ISO 14577-4:2007 și ASTM E2546-07.

Pe fiecare probă s-au efectuat câte 10 măsuratori, fiind prezentate valorile medii.

Metoda de calcul utilizata in determinarea valorilor este metoda de calcul Oliver&Pharr.

In tabelul 7 se prezinta valorile duritatii Vickers, a modulului lui Young si a rigiditatii de contact elastic obtinute în urma testelor de microindentare pentru probele de ME de aliaje ultradure de tip AHSS dupa tratament termic (TT) de omogenizare si inainte de TT.

Tabelul 7 Valorile duritatii Vickers, a modulului lui Young si a rigiditatii de contact elastic obtinute pe probele de ME de aliaje ultradure de tip AHSS dupa tratament termic (TT) de omogenizare si inainte de TT.

| Proba | Duritatea Vickers medie ± deviatia standard | Modulul lui Young mediu ± dev. std. [GPa] | Rigiditatea medie [N/μm] |
|---|--|--|---------------------------------|
| AHSS C1 dupa TT la 950°C, 0,5h, Ar, racire lenta 750°C, apoi in apa-gheata | 467±23 | 94±3 | 4,864±0,065 |
| AHSS C1 dupa TT la 1100°C, 1 h, Ar, racire lenta 750°C, apoi in apa-gheata | 315±10 | 126±2 | 7,745±0,258 |
| AHSS 1 turnat inainte de TT | 607±18 | 177±3 | 7,489±0,012 |
| AHSS 2 dupa TT la 950°C, 0,5 h, Ar, racire lenta 750°C, apoi in apa-gheata | 477±19 | 166±8 | 7,994±0,276 |
| AHSS 2 dupa TT la 1100°C, 1 h, Ar, racire lenta 750°C, apoi in apa-gheata | 491±37 | 171±9 | 8,080±0,138 |
| AHSS C2 dupa TT la 950°C, 0,5h, Ar racire lenta 750°C, apoi in apa-gheata | 500±17 | 123±5 | 6,006±0,190 |
| AHSS C2 dupa TT la 1100°C, 1 h, Ar, racire lenta 750°C, apoi in apa-gheata | 567±21 | 167±10 | 7,362±0,347 |
| AHSS 2 turnat inainte de TT | 626±32 | 185±6 | 7,667±0,005 |
| AHSS -SPS dupa TT 1000°C, 2h in vid | 516 ± 41 | 89 ± 3 | 4,418±0,060 |
| AHSS -SPS inainte de TT | 571 ± 54 | 98 ± 4 | 4,583±0,115 |
| AHSS-SPS dupa TT 1000°C, 2h in vid | 486±43 | 133±5 | 6,550±0,145 |
| AHSS-SPS inainte de TT | 402±24 | 127±4 | 6,874±0,091 |

In urma tratamentelor termice (TT) valorile duritatii Vickers HV si a modulului lui Young (E_{IT}) scad cu 51,2 % HV si 46,1 % din E_{IT} initial la aliajele AHSS-1 turnate, in timp ce la aliajele AHSS-2 turnate valorile duritatii HV si ale E_{IT} scad cu 30,4 % HV si 17,4 % din E_{IT} initial. Valorile mai reduse ale duritatii HV si ale E_{IT} se datoreaza microstructurii mai uniforme obtinute pentru aliajele AHSS topite de doua ori. Rigiditatea de contact elastic scade cu 35,8 % in cazul aliajelor AHSS-1 TT la 950°C, 0,5h, in Ar si creste cu 7,3...7,9 % in cazul AHSS-2 turnate, TT la 950°C, 0,5 h, in Ar, respectiv TT la 1100°C, 1 h in Ar. Probele de aliaj AHSS-1 si AHSS-2 TT la 1100°C, 1 h, Ar, racite lent la 750°C, apoi in apa-gheata, prezinta valori aproape constante ale rigiditatii de contact elastic, desi valorile duritatii Vickers HV si ale modulului lui Young scad. Probele de aliaj AHSS procesate prin SPS si tratate termic la 1000°C, 2h in vid, prezinta valori ale duritatii Vickers HV si ale E_{IT} mai scazute cu 24 % HV si 15,7 % in cazul probei procesate prin SPS la 1050°C si o duritate mai mare cu 40 % HV si E_{IT} mai mare cu 12,1 % in cazul probei procesate prin SPS la 1100°C. Valorile apropiate ale duritatii HV si ale modulului lui Young indica faptul ca microstructura probelor tratate termic este asemanatoare cu cea a probelor netratate, fara cresteri semnificative ale grauntilor rezultate in urma procesului de recrystalizare.

La proba de aliaj AHSS de diametru 20 mm si inaltime 3 mm, tratata termic la 1000°C, 2h in vid, valorile duritatii Vickers si ale modulului lui Young au crescut fata de valorile initiale obtinute pe proba procesata prin SPS, ceea ce indica o omogenitate chimica mai buna a probei sinterizate si dimensiuni mai mici de graunti.

Din punct de vedere al rigiditatii de contact elastic marime care este data de tangenta la curba de descarcare si este definita ca fiind raportul dintre forta de indentare (dF) si adancimea de penetrare (dh) se poate spune ca materialele suporta o deformare plastica importanta (aria delimitata de curba de incarcare si curba de descarcare) indiferent de modul de procesare utilizat.

Valoarea deformarii elastice este data de aria descrisa de curba de descarcare si perpendiculara trasata de la forta de indentare maxima la axa Ox. Pe curbele de încărcare-deplasare, în analiza Oliver&Pharr se observa ca toate materialele ultradure sintetizate tratate si netratate termic prezinta atat o deformare plastica, cat si o deformare elastica la aplicarea fortei de indentare de valoare maxima 10 N pe parcursul ciclului de incarcare, respectiv ciclului de descarcare. Un exemplu de curbe caracteristice de descarcare si curbe de incarcare - deplasare sunt prezentate in figura 14.

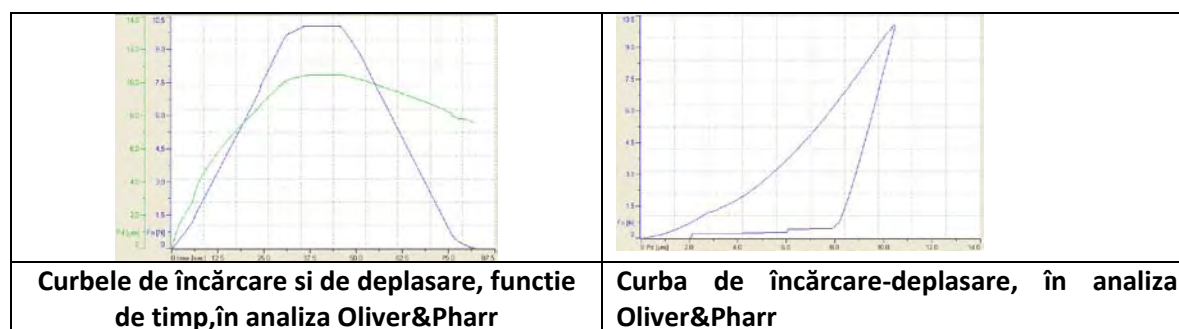


Figura 14 Exemple de curbe caracteristice obtinute pentru materialul AHSS -SPS (1050°C, 40 MPa) dupa TT la temperatura de 1000°C, 2h in vid.

In tabelul 8 se prezinta valorile duritatii Vickers, a modulului lui Young si a rigiditatii de contact elastic obtinute în urma testelor de microindentare pentru probele de ME de aliaje ultradure de tip HEA dupa tratament termic (TT) de omogenizare si inainte de TT.

Tabelul 8. Valorile duritatii Vickers, a modulului lui Young si a rigiditatii de contact elastic obtinute pe probe de ME de aliaje ultradure de tip HEA dupa tratament termic (TT) de omogenizare si inainte de TT.

| Proba | Duritatea Vickers medie ± deviatia standard | Modulul lui Young mediu ± dev. std. [GPa] | Rigiditatea medie [N/μm] | Curbele de încărcare si de deplasare, functie de timp, în analiza Oliver&Pharr | Curba de încărcare-deplasare, în analiza Oliver&Pharr |
|---|---|---|--------------------------|--|---|
| HEA - 2 topiri (tabla 3 mm) | | | | | |
| HEA-2 dupa TT 1000°C, 2h racire cupt. in vid | 308±17 | 123±5 | 7,646±0,113 | | |
| HEA-2 inainte de TT | 340±18 | 132±5 | 7,751±0,203 | | |
| HEA40 h – SPS (d = 20 mm, h=3 mm, procesata prin SPS la 950°C, 32 MPa) | | | | | |

| | | | | | |
|---|--------|-------|-------------|--|--|
| HEA – SPS (950°C) dupa TT 1000°C, 2h in vid | 391±33 | 43±6 | 2,497±0,311 | | |
| HEA – SPS (950°C) inainte de TT | 511±27 | 110±3 | 5,398±0,117 | | |
| HEA40h – SPS (d = 20 mm, h=6 mm, procesata prin SPS la 1000°C, 32 MPa) | | | | | |
| HEA – SPS (h6 mm, 1000°C) dupa TT 1000°C, 2h in vid | 428±32 | 140±2 | 7,303±0,308 | | |
| HEA – SPS (h6 mm, 1000°C) inainte de TT | 440±10 | 135±1 | 6,961±0,087 | | |
| HEA40h – SPS (d = 20 mm, h = 3 mm, procesata prin SPS la 1000°C, 32 MPa) | | | | | |
| HEA – SPS (h3 mm, 1000°C) dupa TT 1000°C, 2h in vid | 504±25 | 129±3 | 6,244±0,084 | | |
| HEA – SPS (h3 mm, 1000°C) inainte de TT | 543±16 | 139±1 | 6,403±0,068 | | |

Valorile duritatii Vickers, ale modulului Young si ale rigiditatii de contact elastic sunt influentate de procedeul de obtinere utilizat. Daca in cazul materialelor ultradure de tip AHSS procesul de topire - turnare conduce la obtinerea unor valori mai mari pentru duritatea Vickers, modulul lui Young si rigiditatea de contact elastic, in cazul aliajelor ultradure de tip HEA, valori mai mari pentru aceste caracteristici se obtin pentru procesari pornind de la amestecuri de pulberi macinate 40 h intr-o moara planetara cu bile si procesate apoi prin procedeul SPS.

Aliajele AHSS si HEA elaborate prezinta stabilitate termica ridicata si duritati mari dupa tratamentele termice realizate la temperaturi inalte, incluse in intervalul 950...1100°C, rezultate care se coreleaza cu datele din literatura.

Se cunoaste faptul ca duritatile Vickers ale celor cinci elemente din compozitia ME de aliaj HEA descresc in ordinea: Co > Cr > Ni > Fe > Al. In urma tratamentului termic, HV interdendritic creste si HV dendritic scade. După efectuarea tratamentelor termice la temperaturi de peste 900°C, duritatea scade pentru toate probele de aliaj HEA,

probabil datorita microstructurilor mai putin fine situate interdendritic rezultate in timpul procesului de topire si resolidificare Duritatea HV scade cu cresterea dimensiunii particulelor atat in cazul aliajelor AHSS, cat si a aliajelor HEA. La probele de aliaj HEA de diametru 20 mm si inaltime 3 mm, tratate termic la 1000°C, 2h in vid, cat si netratate termic, valorile duritatii Vickers si ale modulului lui Young cresc cu cresterea temperaturii de sinterizare de la 950°C la 1050°C. Prin urmare, cele mai bune caracteristici mecanice le are proba de aliaj HEA procesata prin SPS la 1050°C, la care in urma tratamentului termic de omogenizare valoarea duritatii Vickers HV a scazut cu 23,3 %, a modulului lui Young a scazut cu 12,3 % si a rigiditatii de contact elastic a crescut cu ~5 %.

Din variatia valorilor de duritate si a modulului lui Young in functie de temperatura la care s-a efectuat tratamentul termic se poate evalua proportia de solutie solida cvc dura si fragila care prezinta valori mari de duritate si modul de elasticitate scazut in timp ce solutia solida cfc prezinta duritati mici si modul de elasticitate mare si confera aliajului plasticitate.

Caracterizarea microstructurală s-a realizat prin microscopie electronica cu baleiaj (SEM), utilizand microscopul cu baleiaj Carl Zeiss - model Auriga, echipat cu detector de electroni secundari SE de tip anular in coloana (In-lens), pe probe neatacate si atacate cu o solutie de Nital 5 %

In fig. 15 se prezinta microstructurile obtinute inainte si dupa tratament termic pe aliajele ultradure de tip AHSS. Daca in faza brut turnata aliajul ultradur de tip AHSS se prezinta sub o forma tipica aliajelor solidificate constand dintr-o structura dendritica fina in care se afla separat interdendritic un eutectic lamelar, dupa tratamentul termic la 950°C structura dendritica se finiseaza intr-o structura cel putin bifazica foarte fina constand din graunti de culoare mai inchisa si o faza distribuita in retea la limita de graunte. Se evidentiaza formarea unor precipitate lamelare care in faza de turnare sunt in stare incipienta. Dupa tratamentul termic la temperatura de 1100 °C precipitatele lamelare dezvoltate la temperatura de 950°C se dizolva in matricea metalica.

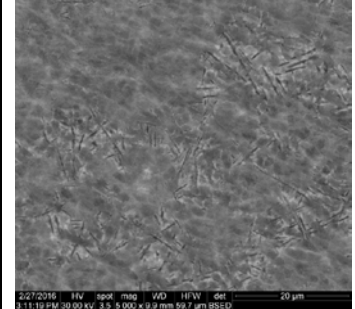
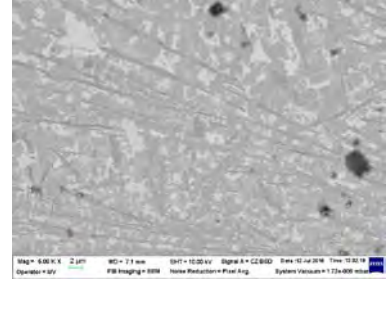
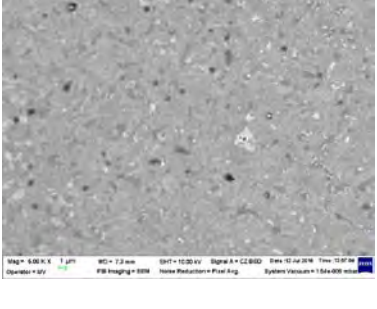
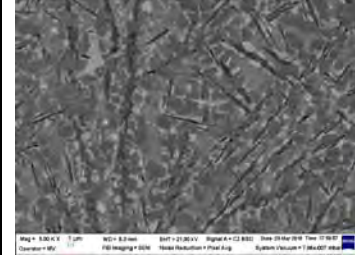
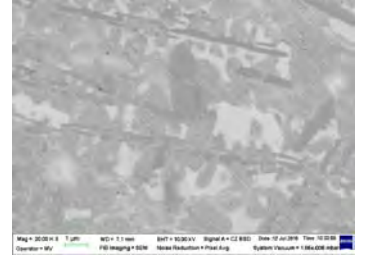
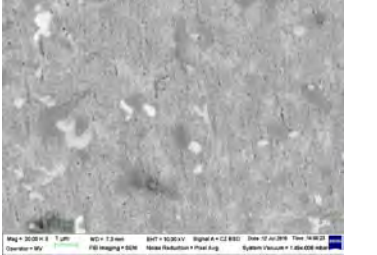
| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| <p>a) Aliaj turnat neatacat – AHSS1, x 5000</p> | <p>b) AHSS1 – TT 950 °C – 750°C, racire apa cu gheata, Nital 5 %, x 5000</p> | <p>c) AHSS1 – TT 1100°C – 750°C, racire apa cu gheata, Nital 5 %, x 5000</p> |
|  |  |  |
| <p>d) Aliaj turnat atacat – AHSS1, Nital 5 %, x 5000</p> | <p>e) AHSS1 – TT 950 °C – 750°C, racire apa cu gheata, Nital 5 %, x 20000</p> | <p>f) AHSS1 – TT 1100°C – 750°C, racire apa cu gheata, Nital 5 %, x 5000</p> |

Fig. 15 Aspecte microstructurale evidentiate in aliajele ultradure de tip AHSS dupa efectuarea tratamentelor termice

In figura 16 se prezinta microstructurile obtinute pe materialele de tip HEA inainte si dupa efectuarea tratamentului termic de omogenizare

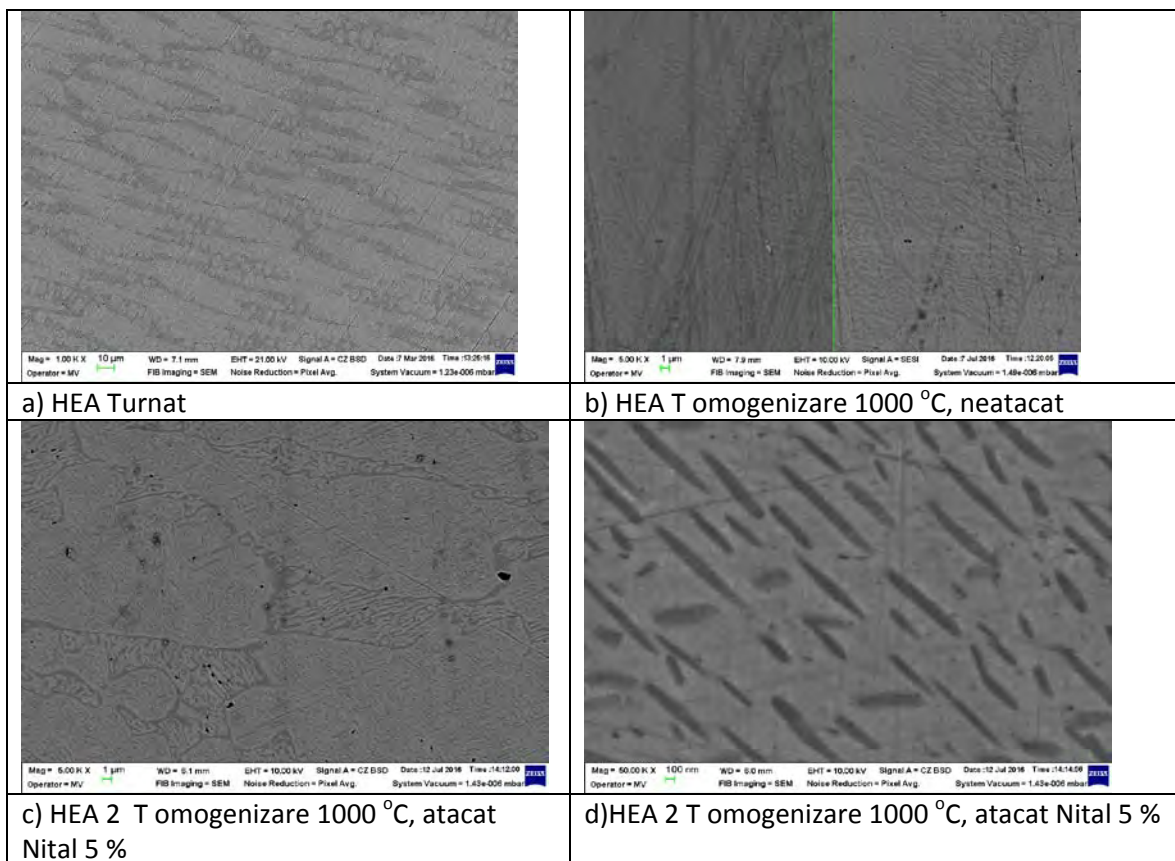


Fig. 16 Modificari microstructurale in materialele ultradure de tip HEA dupa efectuarea tratamentului termic de omogenizare la 1000 °C

Din imaginile de microscopie electronica prezentate in figura 16 se observa ca morfologia materialului in stare brut turnata (fig. 16 a) se regaseste si in materialele tratate termic, existand totusi o finisare microstructurala a zonelor cu graunti deschisi la culoare rezultati in urma spargerii dendritelor dupa mentinere la 1000 °C timp de 2 ore. In interiorul acestor graunti s-a observat precipitarea unei faze secundare omogen dispersata, faza care nu a fost detectata prin difractie de raze X, ceea ce s-ar putea datora faptului ca aceste precipitate sunt identice din punct de vedere al retelei cristaline cu faza dispusa in retea mai inchisa la culoare care este posibil sa fie un eutectic Ni-Al.

Faza 2. Tratamente termice si caracterizare materiale obtinute

Pentru **identificarea fazelor formate** s-a utilizat difractometrul D8Advance- Bruker care utilizează ca metodă de analiză, analiza în geometrie Bragg-Brentano în 2θ . S-a utilizat un tub cu anod de Cu cu lungimea de undă $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$, cu filtru $K\beta$ Ni. Domeniul unghiular de măsură este cuprins între 20° și 100° . Analiza s-a efectuat la temperatura camerei cu un increment de 0.05° și un timp de măsură pe pas de 4s/pas. Indexarea rezultatelor obținute s-a realizat utilizând softul de analiza EVA și baza de date ICDD a echipamentului.

In fig 17 se prezinta comparativ graficele de difractie pentru aliajele ultradure de tip AHSS

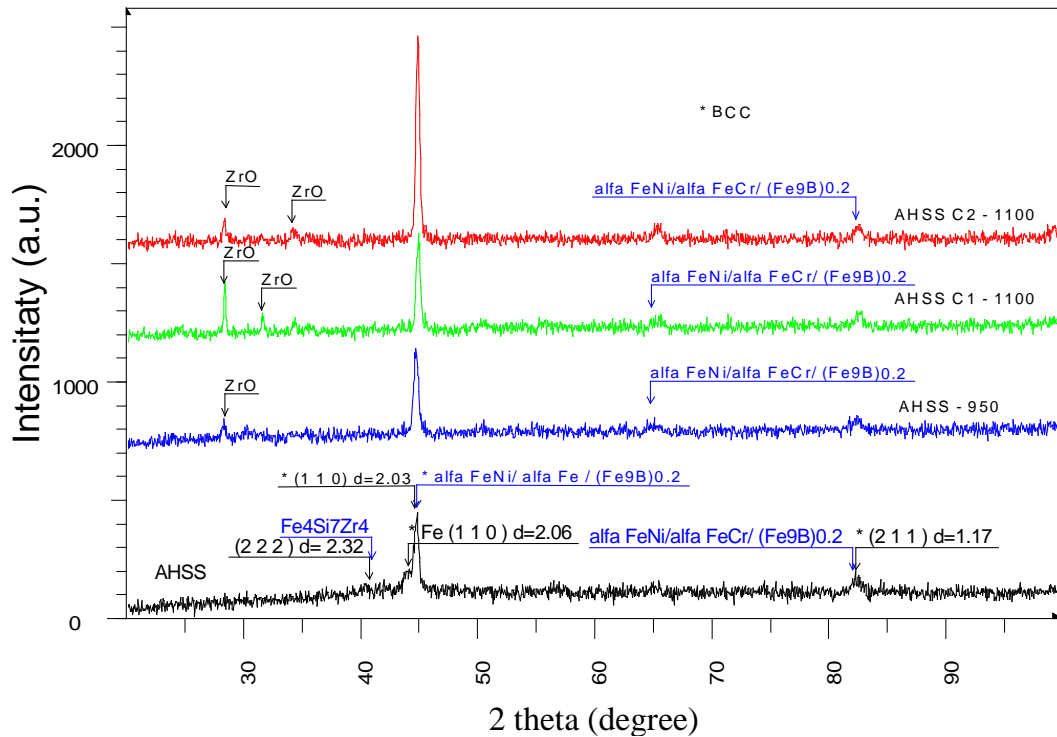


Fig. 17 Graficele de difractie indexate obtinute pentru aliajele ultradure de tip AHSS, in stare brut turnata si tratata termic

Fata de materialul AHSS brut turnat tratamentele termice conduc la finisarea materialului constand in principal dintr-o faza majoritara de tip solutie solida feritica cu parametrul de retea $a_0 = 2,86 \text{ \AA}$ alaturi de care coexista faza de compus compus intermetalic $(\text{Fe}_9\text{B})_{0,2}$. Similaritatile intre graficele de difractie obtinute pentru aliajul AHSS in stare brut turnata si in stare tratata termic arata ca nu exista microsegregari in material. Totusi dupa tratamentul termic de omogenizare intensitatea picurilor de difractie a crescut. Difractia de raze X nu a evidentiat faza aciculara bogata in Zr dupa efectuarea tratamentelor termice, desi analiza microstructurala semnaleaza prezenta ei in microstructura dupa tratamentul termic la temperatura de 950°C . Existenta picurilor de difractie despicate (care nu au putut fi indexate din graficele de difractie) arata ca mai sunt prezente in material si alte faze care necesita investigatii suplimentare pentru identificarea surselor acestor reflexii care vor fi examinate prin HRTEM in faza urmatoare.

In figura 18 se prezinta comparativ graficele de difractie pentru aliajele ultradure de tip HEA

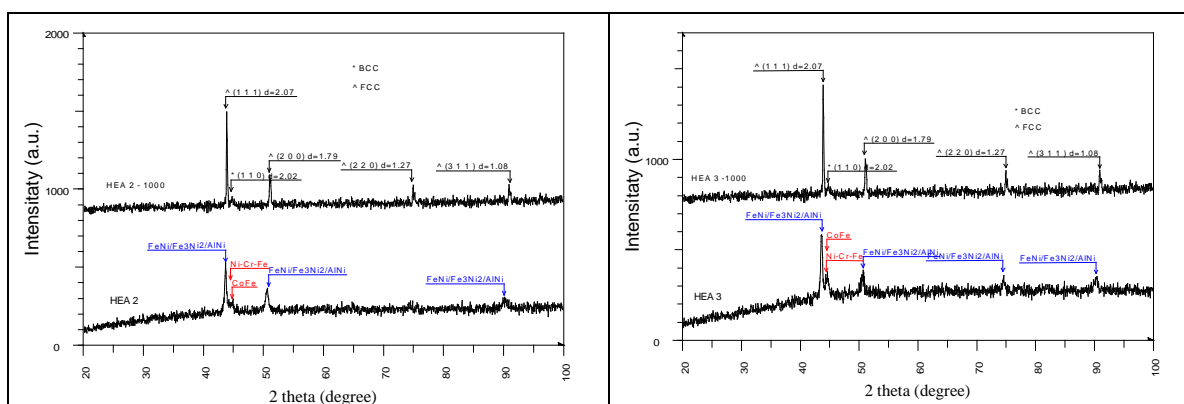


Fig. 18. Graficele de difractie indexate obtinute pentru aliajele ultradure de tip HEA, in stare brut turnata si tratata termic

Corelat cu imaginile de microscopie electronica din fig. 16, analiza prin difractie de raze X arata ca materialul prezinta aceeasi compozitie de faza atat in stare brut turnata cat si in stare omogenizata. Informatiile suplimentare obtinute

pe probele tratate termic sunt legate de faptul ca intensitatea picurilor de difractie este mai mare demonstrand o finisare a structurii fazice a materialului.

Caracterizarea mecanica la tractiune, in compresiune si la incovoiere a fost realizata utilizand masina de testare mecanica universala Instron 3382 echipata cu modulele specifice de testare fiecarui tip de incercare, care asigura o forta maxima aplicata de 100 kN, cu o rezolutie de 0,1 N si o viteza de incercare cuprinsa in domeniul 0,1 – 100 mm/min. Pentru realizarea testelor mecanice au fost confectionate epruvete rectangulare de incercare prin taiere cu masina de taiat prin electroeroziune cu fir de Mo, cu dimensiunile 60 x 10 x h (h= 1,5/3) mm pentru testarea la tractiune si testarea la incovoiere si epruvete cilindrice cu diametrul 8 mm si inaltimea 12,8 mm (pentru aliajul ultradur de tip AHSS) si respectiv 6 mm in diametru si cca. 12 mm inaltime (pentru aliajul ultradur HEA) pentru testarea la compresiune.

In figurile 19-22 sunt prezentate curbele tensiuni-deformatii obtinute pentru materialele AHSS si HEA tratate termic la solicitarea de intindere si solicitarea compresiva.

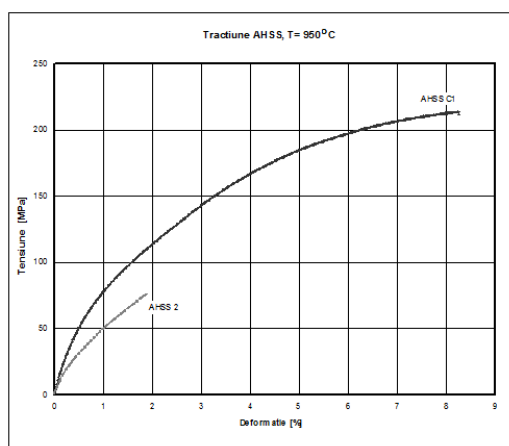


Fig.19. Curbe tensiuni –deformatii pentru aliajele ultradure de tip AHSS procesate termic la 950°C obtinute la incercarea de tractiune

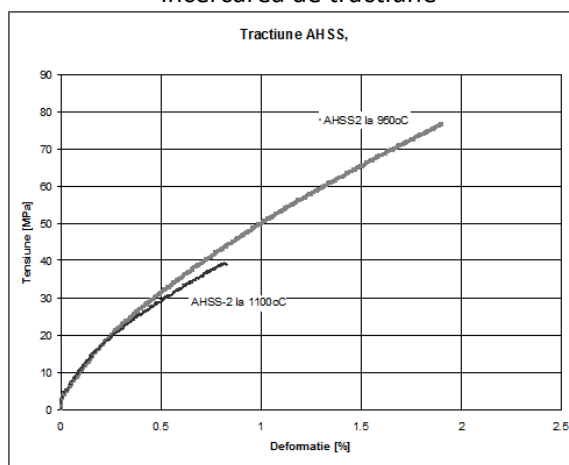


Fig.20. Curbe tensiuni –deformatii pentru aliajele ultradure de tip AHSS in functie de temperatura de procesare termica obtinute la incercarea de tractiune

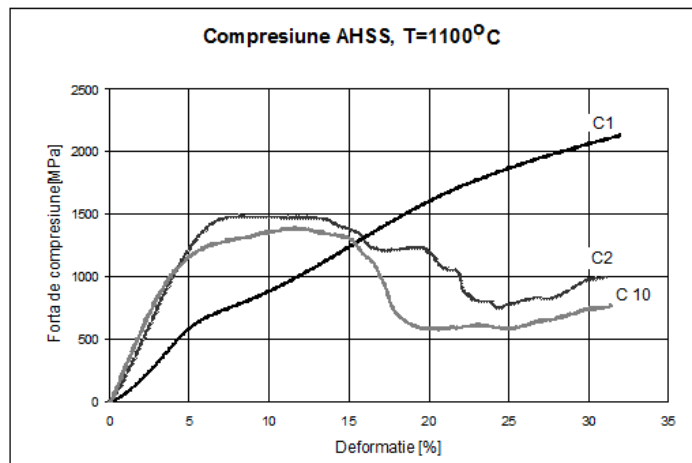


Fig.21. Curbe tensiuni –deformatii pentru aliajele ultradure de tip AHSS procesate termic la 1100 °C obtinute la incercarea prin compresiune

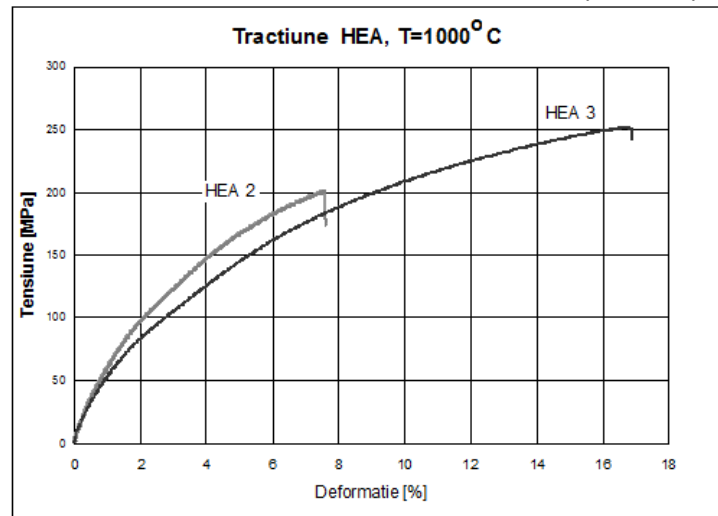


Fig.22. Curbe tensiuni –deformatii pentru aliajele ultradure de tip HEA procesate termic la 1000 °C obtinute la incercarea de tractiune

Pentru incercarea la tractiune valorile obtinute nu sunt concludente deoarece epruvetele prelevate au prezentat defecte fie cauzate de neomogenitatile de material fie de conditiile de procesare. De asemenea, este posibil ca duratele de tratament termic sa nu fie suficiente pentru realizarea unei omogenizari totale a materialelor in special in cazul aliajelor HEA cu matrice multicomponent formata din specii de atomi diferite. Inca ramane de solutionat problema originii fazelor lamelare din microstructura aliajelor AHSS. Din analiza microfractografiilor realizate corelate cu analiza microstructurala si analiza prin difractie de raze X nu se poate extrage o concluzie clara privind originea acestora. Daca din imaginile de microscopie electronica si analiza chimica semicantitativa aceste faze lamelare ar putea fi un compus intermetalic bogat in zirconiu, analiza prin difractie de raze X nu a evidentiat formarea acestui compus iar analiza microfractografiilor realizate ar putea indica faptul ca acesta faze lamelare ar putea fi de fapt ramura principala a dendritei.

Analiza curbelor tensiune- deformatie in compresiune arata valori foarte ridicate ale rezistentei mecanice de 2 GPa la o deformatie de 30 % , indicand o deformare plastica pe un palier mare de tensiuni aplicate atat pentru aliajele AHSS cat si pentru aliajele HEA. (Fig. 23 a si b).

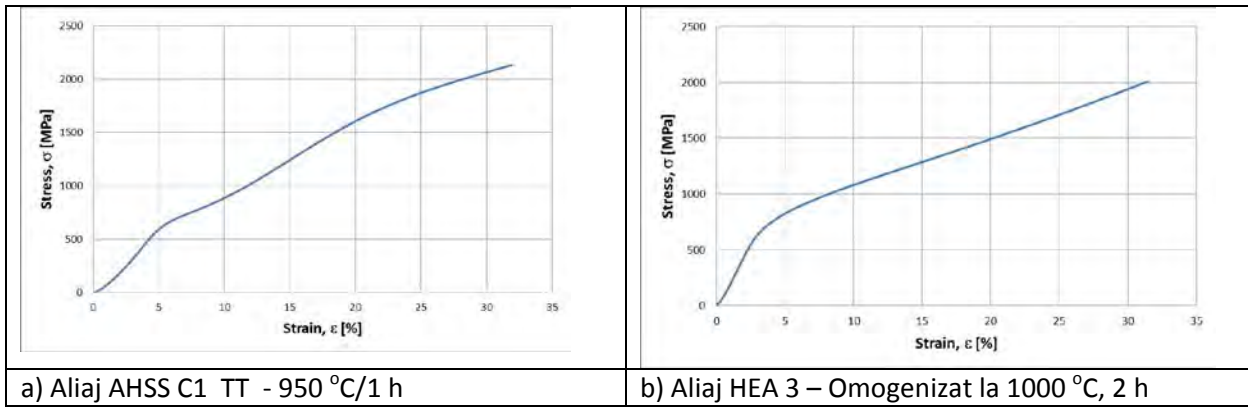


Fig. 23 Curbe tensiuni-deformatii pentru aliajele studiate

In cazul aliajului de tip AHSS alura curbei in prima jumatate indica faptul ca fetele de asezare nu sunt plan paralele. Ambele aliaje suport o deformatie in compresie foarte promitatorare pentru aplicatii structurale. Evidentierea tipului de rupere a fost realizata prin analiza suprafetei de rupere in imaginile obtinute prin microscopie electronica. (fig. 24)

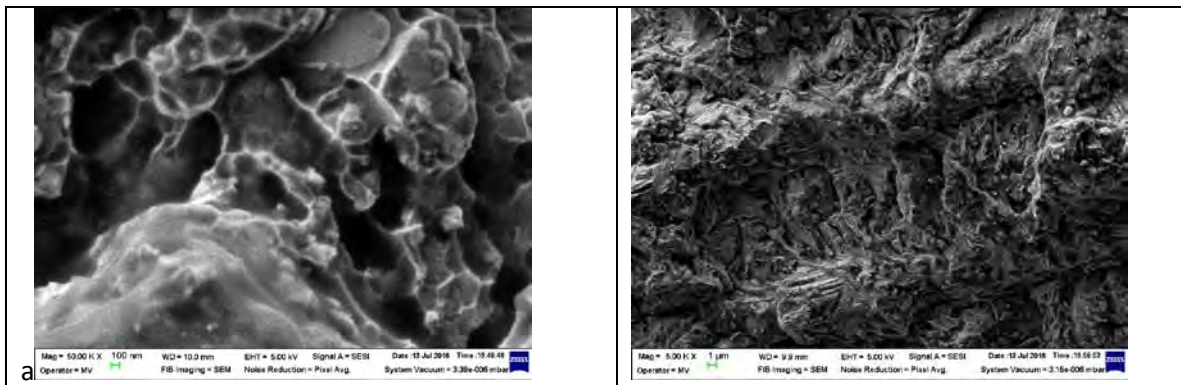


Fig. 24. Imagini SEM corespunzatoare suprafetei de rupere a probelor dupa testarea mecanica la alungire. a) aliaj de tip AHSS tratat termic la 950 °C; b) aliaj de tip HEA omogenizat la 1000 °C

Aliajele ultradure de tip AHSS si HEA prezinta dupa tratamentele termice realizate o rupere preponderent fragila. Ruperea fragila se realizeaza prin mecanisme de clivaj, cvasiclivaj sau prin rupere intragranulara (prin graunte) si intergranulara (rupere la limita de graunte).

Microfractografiile realizate la mariri mici, evidentiaza pentru unele probe prezenta unor structuri cvasidendritice dupa tratamentele termice efectuate atat pentru aliajele de tip AHSS cat si pentru aliajele de tip HEA (Fig. 25)

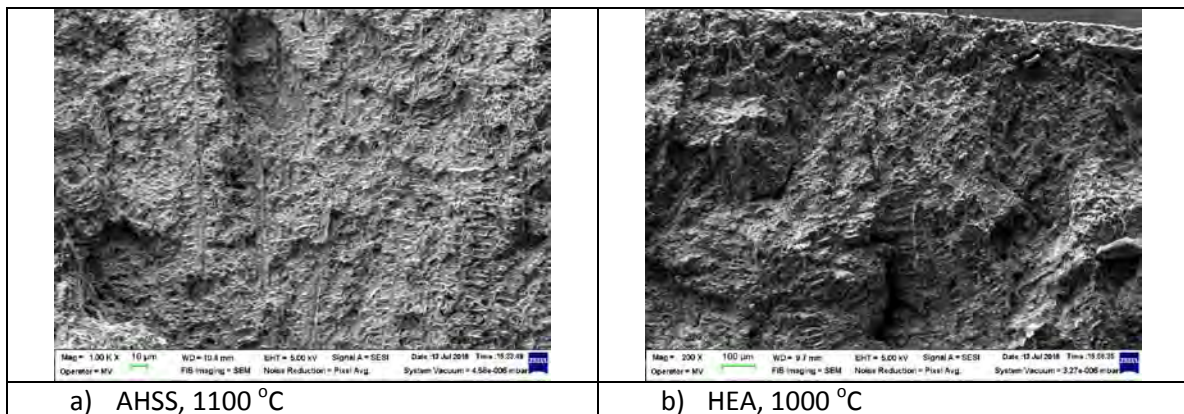


Fig. 25. Imagini SEM corespunzatoare suprafetei de rupere a probelor dupa testarea mecanica la alungire. a) aliaj de tip AHSS tratat termic la 1100 °C; b) aliaj de tip HEA omogenizat la 1000 °C

PN1611 0205-Filtre pe baza de micro/nanofibre polimerice obtinute prin electrofilare

Faza 1: Identificarea configurației stratului micro/nanofibros în funcție de aplicație (filtrarea aerului/apei). Dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri. Modelarea câmpului electric.

Progresele în obținerea și caracterizarea nanomaterialelor, precum și în definirea aplicațiilor lor funcționale, au determinat dezvoltarea rapidă a nanoștiinței și nanotehnologiilor. Nanofibrele, incluse în categoria nanomaterialelor monodimensionale, se caracterizează prin valori mari ale suprafeței specifice determinate de diametrele lor mici, reprezintă o alternativă viabilă pentru obținerea de membrane cu porozitate ridicată și excelentă interconectivitate a porilor. Aceste caracteristici unice, la care se adaugă funcționalitatea indusă de polimerul de bază, conferă nanofibrelor proprietăți excepționale care le fac utilizabile în aplicații avansate.

Pentru fabricarea nanofibrelor au fost puse la punct o serie de metode, cum ar fi tehnica șablon [1], auto-asamblarea [2], pulverizarea [3] sau electrofilarea [4-8]. Diametrele extrem de reduse ale nanofibrelor obținute prin electrofilare le recomandă pentru o serie de aplicații avansate, ce acoperă o multitudine de domenii: filtrări selective pentru lichide, membrane cu afinitate pentru recuperarea ionilor metalici, inginerie tisulară, senzori sau materiale membranare pentru aplicații de stocare a energiei. Datorită porozității mari (care depășește 90%), astfel de membrane sunt recomandate atât pentru filtrarea aerului, cât și ca membrane pentru filtrarea lichidelor, inclusiv în procese de separare sub presiune [9-12].

Performanța de separare este puternic determinată de caracteristicile membranelor utilizate, fiind urmărite creșterea fluxului și selectivității, precum și scăderea vitezei de colmatare (flux mare, selectivitate, rată de colmatare scăzută, etc.). Proprietățile mecanice, stabilitatea termică și chimică recomandă sunt de asemenea proprietăți ce trebuie avute în vedere la realizarea membranelor filtrante [13, 14].

În cazul aplicațiilor de filtrare a aerului, principalul parametru care a determinat creșterea atenției privind utilizarea de nanofibre electrofilate este suprafața specifică foarte mare care facilitează absorbția de praf sau contaminanți din aer [15, 16].

O serie de studii asupra filtrelor cu fibre electrofilate au arătat că pentru îmbunătățirea eficienței de filtrare trebuie luați în considerație câțiva factori, printre care: (i) reducerea diametrului fibrelor până la scară nanometrică, (ii) producerea de filtre formate din straturi multiple subțiri de nanofibre și (iii) controlul distribuției orientării fibrelor pe structura filtrului [17-22].

Eficiența de filtrare a unui filtru realizat din nanofibre a fost mult mai bună decât filtrarea cu microfibre la o încărcare continuă de aerosoli submicronici, iar căderea de presiune a filtrului de nanofibre a crescut mult mai rapid decât la filtrarea cu microfibre [23]. Combinarea de straturi de microfibre cu straturi de nanofibre (diametrul fibrelor de 150 nm) într-un filtru micro/nanocompozit cu structură fibroasă a demonstrat că eficiența de filtrare a stratificatului format din microfibră combinată cu patru straturi succesive de nanofibre cu diferite densități de împachetare [24] s-a situat în apropierea filtrelor convenționale HEPA sau HVAC.

În ceea ce privește filtrarea apei sau a soluțiilor apoase, în funcție de aplicație pot fi utilizate membrane cu diferite morfologii. În toate procesele membranare, existența unei forțe motrice este esențială în furnizarea energiei necesare pentru a separa moleculele sau particulele.

Structura și funcțiile unui filtru

Mediile de filtrare pot fi clasificate în două categorii distincte: filtre de adâncime; filtre de suprafață.

Filtrele de adâncime sunt formate dintr-o rețea de fibre cu o largă distribuție a mărimii porilor și o structură tridimensională foarte deschisă. Particulele mari sunt prinse pe traseul sinuos creat de labirintul de fibre. Pentru ca particulele să se depună în interiorul structurii filtrelor de adâncime, deschiderile sau canalele trebuie să fie suficient de înguste pentru a putea reține particule fine. Filtrele de adâncime sunt cu atât mai eficiente cu cât particulele sunt prinse în structura lor. Mai mult decât atât, filtrele de adâncime au capacitate mare de reținere a impurităților, eficiența nominală ridicată, cădere de presiune inițială scăzută și durată mare de viață.

În figura 1 este prezentată o reprezentare schematică a unui proces de filtrare prin filtru combinat de adâncime și de suprafață. Particulele mari sunt separate prin filtrare de suprafață în ambele cazuri. Se observă diferențe în ceea ce privește reținerea particulelor mici în cele două cazuri: a) reținere parțială în filtrul de adâncime și b) reținere completă pe filtrul de suprafață [25].

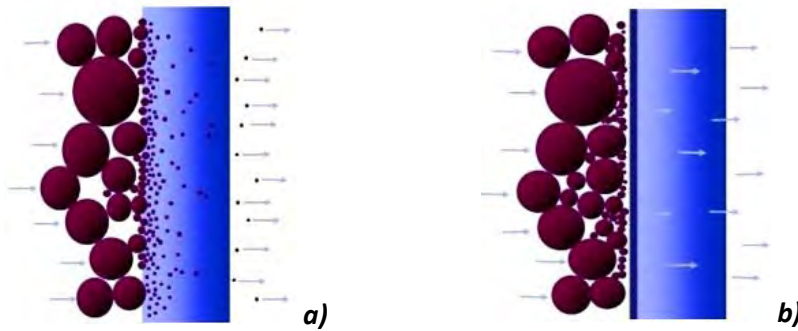


Fig. 1. Representare schematică a unui proces de filtrare prin filtru combinat de adâncime și de suprafață [25]

Mecanisme de separare

Separarea geometrică se referă la separarea particulelor mai mari decât dimensiunea porilor, ca urmare a dimensiunii lor fizice. Un randament bun al separării geometrice cu rezistența la curgere scăzută poate fi realizat prin utilizarea unui material textil cu o distribuție de mărime a porilor sau o combinație de țesături diferite.

Separarea prin impact este afectată de curgerea complexă prin țesătură, care forțează mediul de gaz sau de lichid și particulele să se deplaseze în jurul fibrelor urmând liniile de flux complexe (așa-numitul "efect labirint"). Particule cu o anumită inerție, dar semnificativ mai mici decât ochiurile textile pot părăsi liniile de flux și se lovesc de suprafeța fibrelor, unde sunt reținute, cum este schițat în figura 2.

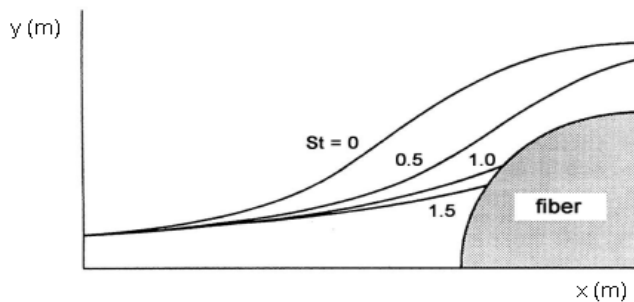


Fig. 2. Traiectorii ale particulei în jurul unei fibre cilindrice pentru particule cu diferite numere Stokes. Un număr Stokes egal cu zero arată linia de flux real al transportului [26]

Filtrarea aerului

Deoarece filtrarea cu nanofibre este considerată a avea un impact inerțial și o interceptare mai mari decât filtrarea cu microfibre convenționale, ea oferă o eficiență mai bună de filtrare. În cazul aplicațiilor de filtrare a aerului, principalul motiv pentru creșterea atenției în utilizarea lor este suprafața specifică foarte mare a nanofibrelor care facilitează absorbția de praf sau contaminanți din aer [27].

Filtrarea aerului este aplicată pe scară largă pentru prelevarea de probe și curățarea aerului. De asemenea, aceasta este utilizată într-o varietate de ramuri ale industriei, cum ar fi curățarea aerului de efluenți în topitorii, prelucrarea materialelor nucleare și periculoase, protecția respiratorie și colectarea particulelor în camerele curate [13, 17, 28]. În special, filtrele de nanofibre au fost utilizate pe scară largă pentru a separa particulele de aerosoli sau solide din fluxul de aer, datorită costului lor redus [13], randamentului de filtrare ridicat, menținerii unei rezistențe relativ scăzute la fluxul de aer [17], consumului mai redus de energie [18], unei vieți mai lungi și întreținerii ușoare [19].

Filtrarea apei

Clasificarea membranelor

O membrană este o barieră selectivă între două faze [30]. În funcție de aplicație, pot fi utilizate membrane cu diferite morfologii (figura 3).

În toate procesele membranare, forța motrice este esențială în furnizarea energiei pentru a separa fluxul de molecule sau de particule; de obicei forța motrice aplicată este dată de diferențele de presiune, concentrație, presiune parțială, temperatură sau potențial electric. Procesele bazate pe presiune cele mai utilizate sunt clasificate în general ca **microfiltrare (MF)**, **ultrafiltrare (UF)** și **hiperfiltrare**, care este în mod normal subdivizată în **osmoză inversă (OI)** și **nanofiltrare (NF)**. Cu toate acestea, diferența dintre procese nu este întotdeauna atât de clară, așa cum este prezentat în tabelul 1, în care se rezumă principalele caracteristici ale diferitelor procese membranare, în

care, permeabilitatea tipică este pentru un flux tipic de pătrundere, adică cu specii respinse în partea de reținere a membranei.

Tablul 1. Procese membranare bazate pe presiune [30]

| Proces membranar | Presiunea tipică (bar) | Permeabilitatea tipică (l/m ² *h*bar) | Morfologia stratului selectiv |
|------------------|------------------------|--|-------------------------------|
| Microfiltrare | 0,1-2 | >50 | poros |
| Ultrafiltrare | 1-5 | 10-50 | poros |
| Nanofiltrare | 5-20 | 1,4-12 | Poros/dens |
| Osmoză inversă | 10-100 | 0,05-1,4 | dens |

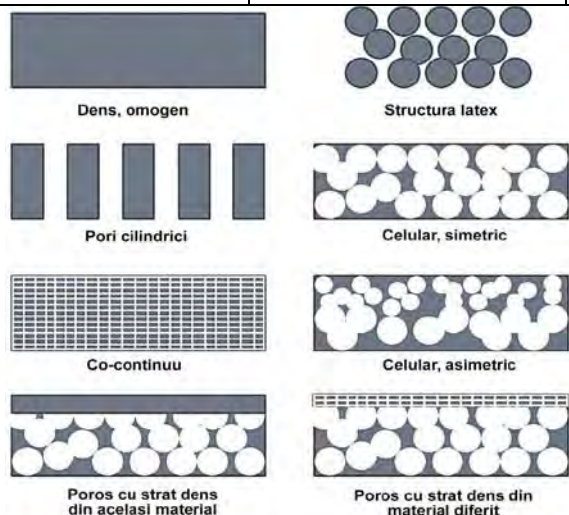


Fig. 3. Rezentarea schematică a diferitelor morfologii de membrane [30]

Membrane electrofilate pentru microfiltrare

Membranele din nanofibre electrofilate ar putea fi un bun candidat pentru membranele utilizate la microfiltrarea apei datorită faptului că aceste membrane din nanofibre au o distribuție a dimensiunii porilor de la submicroni la micrometri. Viabilitatea de a dezvolta un prefiltru cu o suprafață specifică mare prin electrofilare a fost explorat de către Gopal și colab. [10]. Nanofibrele din polisulfonă au fost electrofilate în membrane și a fost investigată capacitatea lor de a îndepărta microparticulele din soluție. Membranele din nanofibre posedă porozitate ridicată împreună cu o suprafață specifică mare pentru a produce prefiltru cu flux ridicat și capacitate mare de încărcare. Un astfel de prefiltru de nanofibre ar putea fi utilizat în diverse aplicații, precum îndepărtarea microparticulelor din apele reziduale, înainte de UF sau NF.

Filtrarea prin membrane de nanofibre PVDF electrofilate a fost investigată de Gopal și colab. [11] și de Kaur și colab. [31], iar performanțele lor au fost comparate cu membranele pentru microfiltrare comerciale. Rezultatele au indicat un flux de până la de două ori mai mare pentru membrana electrofilată de PVDF față de membrana de microfiltrare comercială la aceeași distribuție de dimensiune a porilor și presiune aplicată, iar membrana PVDF electrofilată a filtrat mai mult de 90% din microparticulele din soluție.

Între timp, o membrană electrofilată de nanofibre PAN tratată termic pentru separarea particulelor din apă cu diametrul mediu al fibrelor de 165 ± 16 nm, porozitatea de 91,7%, dimensiunea porilor cu diametrul mai mic de 2 μ m și suprafața specifică de aproximativ 40 m²/g a fost obținută de Bazargan și colab. [32].

În special, utilizarea membranei de nanofibre electrofilate de polietilentereftalat pentru filtrarea sucului de mere a fost demonstrată de Veleirinho și colab. [33]. Nanofibrele de polietilentereftalat au fost electrofilate în membrane, diametrul mediu al fibrelor a fost de 420 nm, iar procesul de electrofilare a fost efectuat până când membrana a atins grosimea similară cu cea a membranei de ultrafiltrare de 0,20 mm. Membranele de nanofibre PET au prezentat un flux mai mare decât membranele de microfiltrare comerciale sau chiar decât membranele de ultrafiltrare.

PES poate fi considerat ca un model de material de membrană deoarece este folosit pe scară largă pentru MF comercială și UF, datorită rezistenței chimice ridicate, rezistenței termice și, de asemenea, proprietăților mecanice adecvate. Prepararea membranei de nanofibre electrofilate de polietersulfonă (PES) pentru aplicații de MF au fost raportate de către Homaeieghar și colab. [34, 35]. Membrana a fost electrofilată din soluție de 20% PES, în care PES a fost dizolvată în N,N-dimetilformamidă (DMF), prin utilizarea electrofilării în condițiile următoare și anume,

tensiunea aplicată de 20 kV, viteză de alimentare de 0,5 ml/h, distanța de filare 25 cm, diametrul interior al acului de 0,8 mm și utilizând ca substrat PES nețesut.

Separarea particulelor submicronice și micronice de polistiren din apă printr-o membrană de nanofibre electrofilată de Nylon-6 a fost investigată de Aussawasathien și colab. [36]. Membrana de nanofibre electrofilată de Nylon-6, care are diametrul fibrelor în domeniul 30-110 nm, grosimea membranei de 0,15 mm, dimensiunea porilor de 6 μm , a separat toate particulele cu dimensiunea cuprinsă între 1 -10 μm , cu excepția cazului în care eficiența separării a fost de aproximativ 90% pentru particulele cu dimensiunea de până la 0,5 μm . Prin urmare, membrana de nanofibre electrofilate de Nylon-6 a fost potrivită pentru utilizarea ca prefiltru înainte de ultrafiltrare sau nanofiltrare pentru a spori eficiența filtrării.

Membrane electrofilate pentru ultrafiltrare

Ultrafiltrarea este un proces de filtrare selectiv pentru o gamă diversă de particule, precum proteinele, coloizii, emulsiile și virusurile, cu dimensiuni de aproximativ 1-100 nm în mediul lichid [13].

Membranele UF convenționale sunt bazate pe structuri compozite multistrat [29, 37], incluzând o membrană poroasă asimetrică pentru funcția de filtrare și un suport nețesut pentru a oferi integritate structurală și rezistență mecanică. Cu toate acestea, porozitatea în aceste membrane se reflectă de obicei într-o rată a fluxului relativ scăzută și tendință pronunțată de îmbâcsire datorită structurii geometrice a porilor și distribuției corespunzătoare a mărimii porilor [38-40] și formarea nedorită a macro-golurilor în grosimea membranei [41, 42].

Astfel, Yoon și colab. [37] au propus un nou concept de fabricare a membranelor UF cu flux ridicat, care implică folosirea membranei de nanofibre electrofilată pentru a înlocui membrana poroasă asimetrică. Sistemul lor constă dintr-o structură compozită cu trei niveluri: (i) stratului superior neporos hidrofil dintr-o acoperire de chitosan, (ii) o membrană de nanofibre PAN electrofilată ca strat intermediar și (iii) o microfibră nețesută convențională de poliester ca substrat de suport, structura schematică pe trei niveluri abordată pentru a fabrica membrane de ultrafiltrare cu flux ridicat și îmbâcsire scăzută fiind prezentată în figura 4.

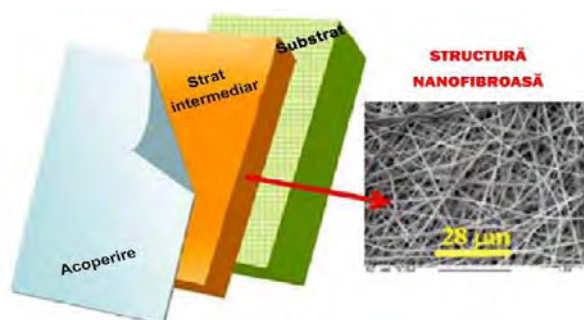


Fig. 4. Structura schematică a abordării pe trei straturi pentru fabricarea membranelor de ultrafiltrare cu flux ridicat și îmbâcsire scăzută [29]

Membranele asamblate din membrane de nanofibre PAN electrofilate cu diametrul mediu al fibrelor între 124-720 nm și porozitate de 70%, au fost acoperite cu un strat superior de chitosan cu o grosime de 1 μm . Rezultatele au arătat că aceste membrane au flux mai mare decât membranele de nanofiltrare comerciale în 24 de ore de funcționare (de exemplu membranele NF 270 de la Dow), menținându-și în timp aceeași eficiență de reținere, mai mare de 99% pentru filtrarea apelor reziduale uleioase.

Polimeri utilizați pentru obținerea de membrane polimerice funcționalizate

Polistirenul (PS) este unul dintre polimerii cei mai utilizați în materialele termoplastice datorită rigidității, luciului, durtății și strălucirii. Nanofibrele de polistiren sunt produse cu succes prin metoda de electrofilare, acestea având aplicații interesante în multe domenii, cum ar fi ingineria tisulară, filtrare, imobilizarea enzimelor, senzori, materiale compozite și obținerea de schimbători de ioni din fibre de PS pentru tratarea rapidă a apei, în domeniul filtrării și a științei separării și pentru eliberarea de medicamente [41]. PS excelează în producția de fibre electrofilate cu diferite morfologii, astfel că au fost făcute eforturi considerabile pentru investigarea structurilor secundare a fibrelor PS (de exemplu porozitatea suprafeței, încrețirea ei, porozitatea interioară) [42].

Polistirenul expandat (EPS) este utilizat în mod frecvent ca material izolator sau pentru ambalare. EPS este utilizat în mai multe industrii datorită versatilității sale, stabilității dimensionale, purității sale și costului redus. Reciclarea acestor resturi de EPS în fibre submicronice ar fi utilă din punct de vedere economic. Electrofilarea de EPS reciclat a fost abordată de către Shin, acesta studiind aplicabilitatea acestor fibre de EPS submicronice în aplicații de filtrare a emulsiilor apă-ulei [43, 44].

Funcționalizarea nanofibrelor cu ciclodextrine este extrem de interesantă, deoarece astfel de nanofibre vor avea caracteristici unice, care pot îmbunătăți potențialul acestora și extinde domeniile de aplicare a ciclodextrinelor și nanofibrelor. De exemplu, nanofibrele pot fi utilizate pentru filtrarea particulelor foarte mici, precum și ca bariere de penetrare a lichidelor/vaporilor datorită suprafeței mari, cât și structurii nano-poroase. Ciclodextrinele pot forma complecși de incluziune cu substanțele chimice periculoase și cu substanțe poluante, prin urmare aceste nanofibre pot fi folosite ca filtre moleculare și/sau nanofiltre în scopul filtrării/purificării/separării [45].

Funcționalizarea nanofibrelor electrofilate de polimetil metacrilat (PMMA) cu ciclodextrine este utilizată la tratarea deșeurilor ce conțin vapori organici [46]. Nanofibrele din PS funcționalizate cu ciclodextrine pot filtra molecule organice din soluții (de exemplu fenolftaleina) [12].

Hidrofilicitatea este o problemă importantă pentru higroscopicitatea membranelor și dezvoltarea de filtre de joasă presiune, deoarece un unghi de contact al membranelor hidrofile cu apa mai mic va reduce semnificativ presiunea capilară a mediului de filtrare, va crește viteza de curgere a lichidului și a capacității de separare a particulelor suspendate. În plus, se vor elimina foarte mult depunerile și se va evita înfundarea filtrului în timpul procesului de filtrare.

Nanofibrele de policlorură de vinil (PVC) prezintă un caracter hidrofob și nu pot fi utilizate cu ușurință pentru procesul de filtrare. Adăugarea în PVC de polivinilpirolidonă (PVP), care este solubilă în apă, în diferite concentrații procente va conduce la obținerea de membrane din nanofibre electrofilate puternic hidrofile [47].

Dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri

În vederea realizării modelelor experimentale de straturi polimerice micro/nanofibroase depuse pe substrat folie de aluminiu s-au utilizat soluții polimerice de PS, EPS, PVC și PMMA.

Au fost preparate soluțiile de PS, EPS, PVC și PMMA: soluțiile PS cu concentrațiile de 10%, 15% și 20%; soluțiile EPS cu concentrațiile de 10%, 15% și 20%; soluția de PVC cu concentrație de 10%; soluția de PVC cu concentrație de 10% cu PVP 5%; soluția de PMMA cu concentrație de 2%.

Analiza PS, EPS și DMF prin spectroscopie IR

Au fost înregistrate spectrele FTIR pentru componentele de referință ale soluțiilor PS și EPS preparate: solventul pur (DMF), polistiren pur (PS) și polistiren expandat (EPS).

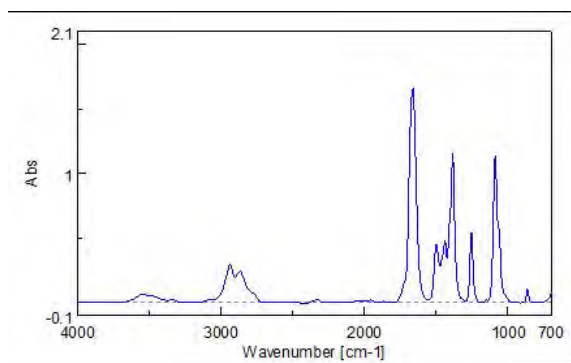


Fig. 5. Spectrul ATR/FTIR pentru DMF

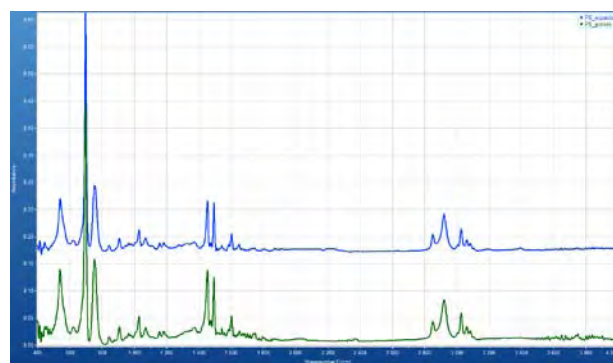


Fig. 6. Spectre ATR/FTIR: polistiren granule (verde) și polistiren expandat (albastru)

Analiza spectrală a DMF a pus în evidență existența unor benzi caracteristice, în acord cu datele de literatură [48]. Spectrele ATR/FTIR înregistrate sunt tipice pentru acest tip de polimer, fiind dominate de prezența inelului aromatic și având următoarele benzi caracteristice: 3030-3080 cm⁻¹ atribuit vibrației de întindere a C-H aromatic, 1625-1475 cm⁻¹ asociate vibrațiilor de întindere C=C, 1250-650 cm⁻¹ atribuite vibrației de deformare a grupării C-H aromatische. Din figura 6 se poate observa că cele două tipuri de polistiren prezintă spectre FTIR comparabile.

Determinarea conductivității electrice a soluțiilor PS și EPS

Rezultatele obținute la determinarea conductivității electrice a soluțiilor PS și EPS sunt prezentate în tabelul de mai jos. Se poate observa că valorile conductivității electrice a soluțiilor PS și EPS sunt scăzute, rezistivitatea electrică a acestora încadrându-se în intervalul caracteristic pentru semiconductori (10^{-5} ÷ 10^8) [Ωm].

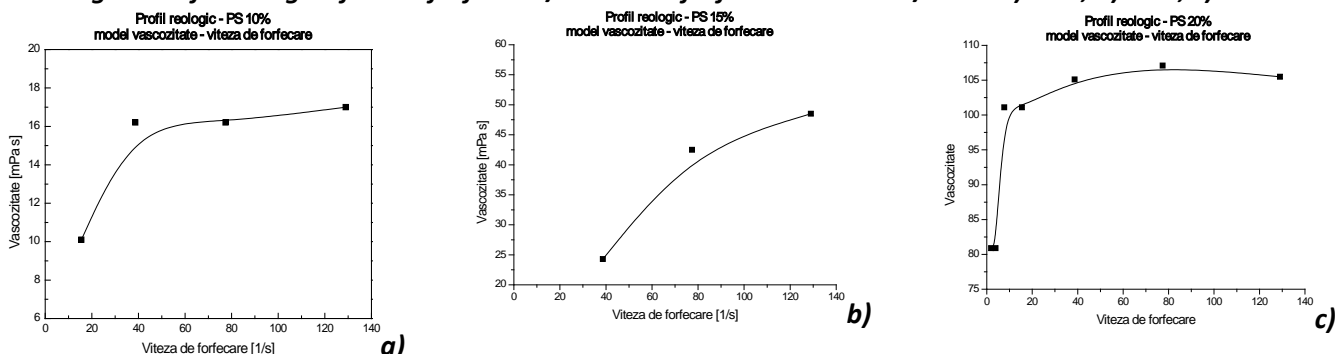
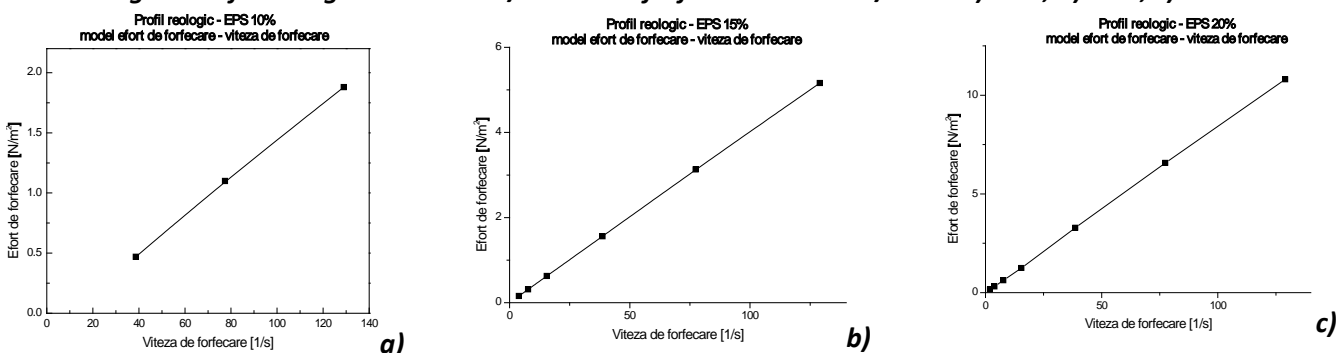
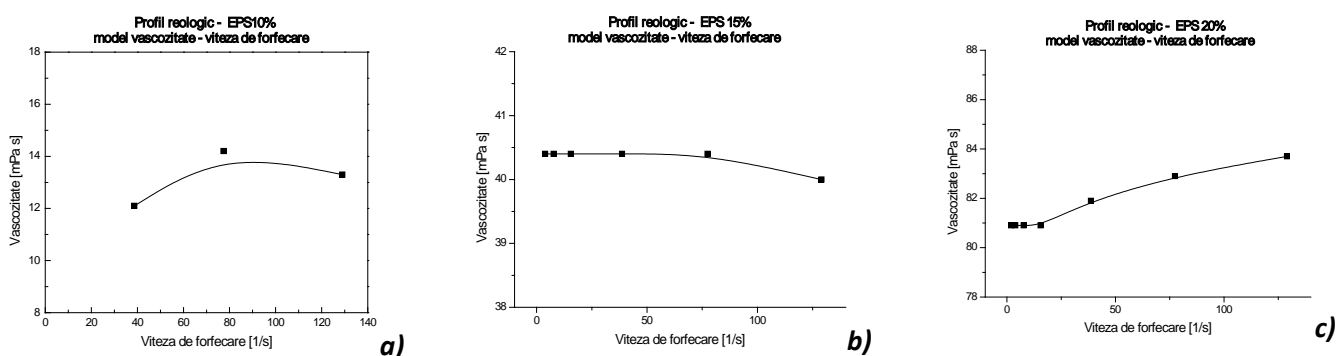
Tabelul 2. Conductivitatea electrică a soluțiilor de PS și EPS

| Proba | Conductivitate electrică [S/m] | Rezistivitate electrică [Ωm] |
|---------|--------------------------------|--|
| PS 10% | $4,0 \cdot 10^{-4}$ | $2,50 \cdot 10^3$ |
| PS 15% | $4,8 \cdot 10^{-4}$ | $2,08 \cdot 10^3$ |
| PS 20% | $5,1 \cdot 10^{-4}$ | $1,96 \cdot 10^2$ |
| EPS 10% | $4,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,38 \cdot 10^3$ |
| EPS 15% | $5,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,92 \cdot 10^3$ |
| EPS 20% | $5,6 \cdot 10^{-4}$ | $1,79 \cdot 10^3$ |

Determinarea comportării reologice a soluțiilor EPS și PS

Comportarea reologică a soluțiilor a fost studiată cu ajutorul vâscozimetrului rotațional BROOKFIELD DV-II+ Pro.

Rezultatele experimentale obținute la studierea comportării reologice a soluțiilor EPS/DMF și PS/DMF utilizate la electrofilare sunt prezentate în figurile de mai jos. Se observă că vâscozitatea soluțiilor EPS și PS crește cu creșterea vitezei de forfecare, indicând faptul că acestea au caracteristici de fluide non-Newtoniene pseudoplatice. De asemenea, vâscozitatea soluțiilor EPS și PS crește cu creșterea concentrației de polimer în DMF.



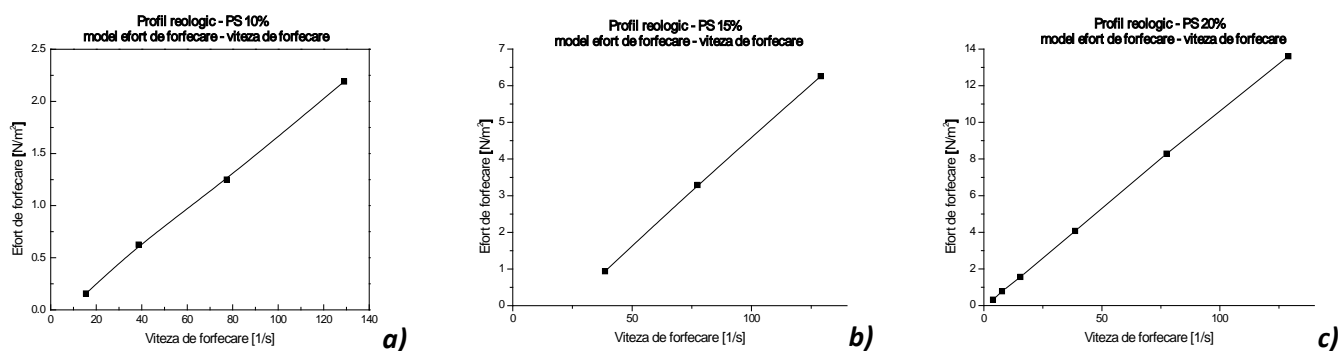


Fig. 10. Profil reologic efort de forfecare / viteza de forfecare a sol. PS/DMF: a) 10%; b) 15%; c) 20%

Stabilirea condițiilor de experimentare

Pentru realizarea experimentelor de preparare a modelelor experimentale micro/nanofibroase s-a utilizat unitatea de electrofilare NaBond, cu seringă de sticlă și ac cu vârful plat și diametrul interior de 0,8 mm. Pentru obținerea straturilor polimerice s-a folosit un colector plan de cupru, acoperit cu folie de aluminiu. S-au obținut 30 de straturi de micro/nanofibre polimerice electrofilate din PS, EPS, PVC și PMMA.

Tabelul 3. Parametrii de proces la electrofilarea soluțiilor EPS, PS, PVC și PMMA

| Soluția | Concentrația polimerului [%] | Parametrii procesului de electrofilare | | | |
|-------------|------------------------------|--|--------|---------------|--------------|
| | | U [kV] | D [cm] | Timp [minute] | Debit [ml/h] |
| EPS/DMF | 10 | 15 | 10 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| | | | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| EPS/DMF | 15 | 15 | 10 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| | | | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| | | 18 | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| EPS/DMF | 20 | 15 | 10 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| | | | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| | | 18 | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| PS/DMF | 15 | 15 | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| | | 18 | 20 | 240 | 1 |
| | | | | 240 | 1,5 |
| PS/DMF | 20 | 15 | 20 | 240 | 2 |
| | | | | 240 | 1 |
| | | 18 | 20 | 240 | 1,5 |
| | | | | 240 | 2 |
| PVC/THF | 10 | 10 | 10 | 240 | 2 |
| PVC/PVP/THF | 10/5 | 10 | 10 | 240 | 2 |
| PMMA | 2 | 18 | 10 | 240 | 2 |
| | | | 20 | 240 | 2 |

Efectul parametrilor procesului de electrofilare asupra morfologiei micro/nanofibrelor polimerice

Mai jos sunt prezentate micrografiile SEM pentru straturile obținute prin electrofilare.

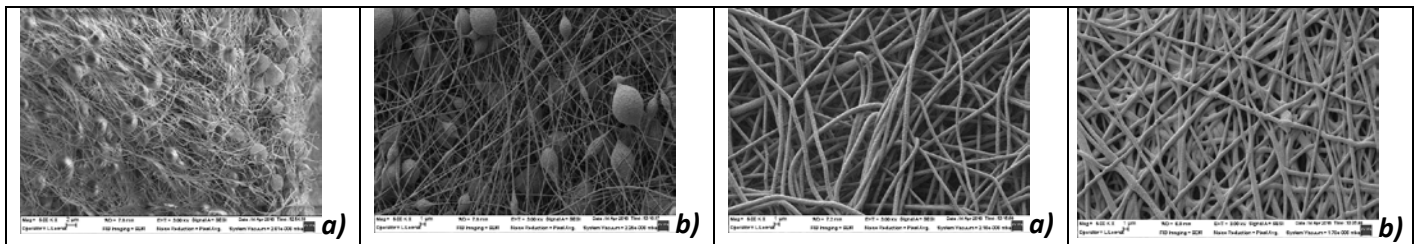


Fig. 11. Micrografii SEM ale nanofibrelor electrofilate din EPS 10%, la o distanță de: a) 10 cm; b) 20 cm

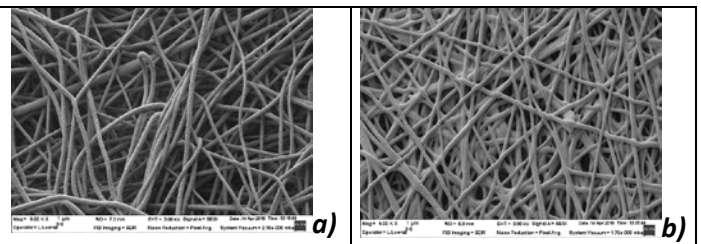


Fig. 12. Micrografii SEM ale nanofibrelor electrofilate din EPS 20%, la o distanță de: a) 10 cm; b) 20 cm

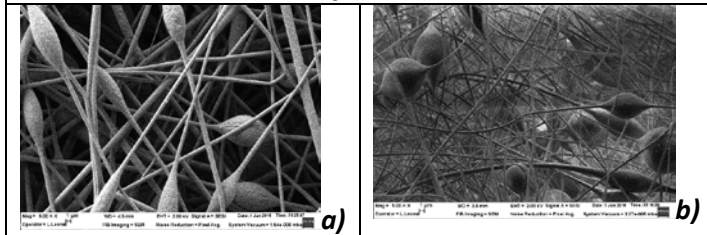


Fig. 13. Micrografii SEM ale nanofibrelor electrofilate din PS 20%, la un debit de: a) 1,5 ml/h; b) 2 ml/h

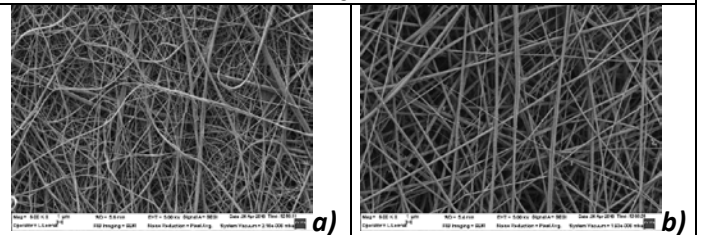


Fig. 14. Micrografii SEM ale nanofibrelor electrofilate din PMMA 2%, la o distanță de: a) 10; b) 20 cm

Analizând micrografiile SEM constatăm că morfologia micro/nanofibrelor este influențată de atât de natura polimerului, cât și de parametrii procesului de electrofilare. Nanofibrele obținute din PMMA au suprafața netedă, pe când cele din PVC dezvoltă o structură poroasă. S-a constatat că soluțiile polimerice reacționează diferit, cele de PS și EPS putând fi electrofilate la tensiuni de 15 și 18 kV, pe când soluția de PVC a putut fi electrofilată la o tensiune de 10 kV. De asemenea, nanofibrele obținute din polimerii PS și EPS sunt mai uniforme atunci când distanța față de colector este de 20 cm. Creșterea concentrației de polimer în soluție de la 10% la 20% conduce la nanofibre uniforme, fără defecte.

Modelarea câmpului electric

Problema descrisă îndeplinește condițiile regimului electrostatic. Modelul matematic a fost analizat în mediul de calcul COMSOL Multiphysics 5.0. Acesta utilizează pentru rezolvare metoda elementelor finite.

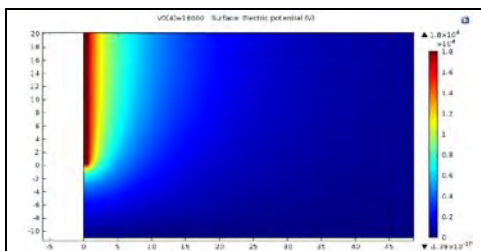


Fig. 15. Potențialul electric d=10 cm

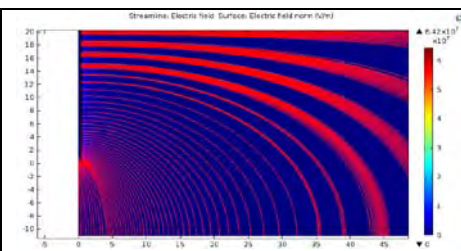


Fig. 16. Câmpul electric și liniile de câmp d=10 cm

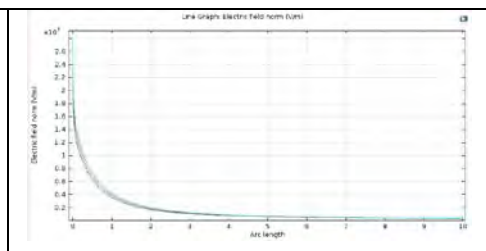


Fig. 17. Câmpul electric pentru 15000,16000, 17000, 18000 V

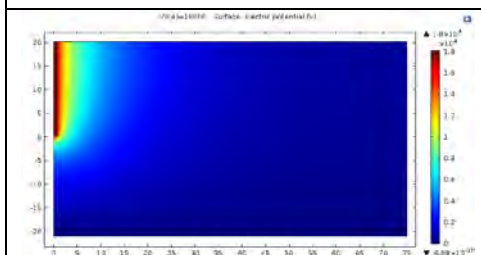


Fig. 18. Potențialul electric d = 20 cm

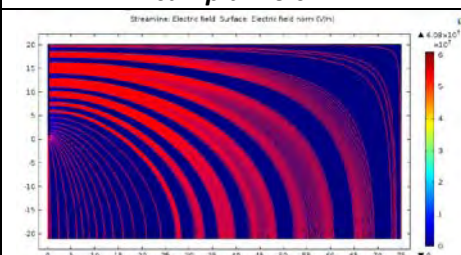


Fig. 19. Câmpul electric și liniile de câmp d=20 cm

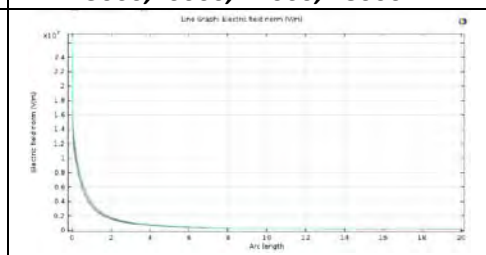


Fig. 20. Câmpul electric pentru 15000,16000, 17000, 18000 V

Din rezultatele obținute în urma simulării se observă că valoarea câmpului electric crește odată cu creșterea tensiunii electrice aplicate și descrește cu distanța dintre ac și placa colectoare de cupru.

Faza 2: Caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate

Conform definiției lui Baker: „Microfiltrarea se referă la procesul de filtrare care folosește membrane poroase pentru a separa particulele suspendate cu diametrul între 0,1 și 10 μm” [1]. Membranele din nanofibre electrofilate ar putea fi un bun candidat pentru membranele utilizate la filtrarea apei sau a aerului.

Nanofibrele de polistiren (PS) sunt produse cu succes prin electrofilare, având aplicații în domenii cum ar fi: ingineria tisulară, filtrare, imobilizarea enzimelor, senzori, materiale compozite și obținerea de schimbători de ioni, filtrare și separare, eliberarea de medicamente. Morfologia fibrelor PS electrofilate joacă un rol important în proprietățile produselor finale, de aceea electrofilarea reproductibilă a fibrelor PS uniforme este esențială [2].

Polistirenul expandat (EPS) este utilizat în mod frecvent ca material izolator sau pentru ambalare. EPS este utilizat în mai multe industrii datorită versatilității sale, stabilității dimensionale, purității sale și costului redus. Reciclarea deșeurilor de EPS în fibre submicronice ar fi utilă din punct de vedere economic. Electrofilarea de EPS reciclat a fost abordată de către Shin, acesta studiind aplicabilitatea acestor fibre de EPS submicronice în aplicații de filtrare a emulsiilor apă-ulei [3, 4].

Funcționalizarea nanofibrelor cu ciclodextrine este extrem de interesantă, deoarece astfel de nanofibre vor avea caracteristici unice, care pot îmbunătăți potențialul acestora și extinde domeniile de aplicare a ciclodextrinelor și nanofibrelor. Ciclodextrinele pot forma complecși de incluziune cu substanțele chimice periculoase și cu substanțe poluante, prin urmare aceste nanofibre pot fi folosite ca filtre moleculare și/sau nanofiltre în scopul filtrării/purificării/separării [5]. Nanofibrele din PS funcționalizate cu ciclodextrine pot filtra molecule organice din soluții (de exemplu fenoltaleina) [6].

Dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate din polistiren expandat

Pornind de la rezultatele experimentale și concluziile stabilite în etapa anterioară, s-a stabilit ca dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase să se realizeze din polistiren expandat datorită costului redus și a faptului că în acest fel putem realiza reciclarea acestuia.

Prepararea soluțiilor de polistiren expandat utilizate

În vederea realizării modelelor experimentale de straturi polimerice micro/nanofibroase depuse pe substrat folie de aluminiu sau tefon s-au utilizat soluții polimerice de EPS și EPS aditivat cu β-ciclodextrină cu diferite concentrații: *soluții EPS cu concentrațiile de 10%, 15% și 20%; soluții de EPS aditivat cu β-ciclodextrină în diferite concentrații (1%-5%).*

Stabilirea condițiilor de electrofilare

Soluțiile polimerice de polistiren expandat preparate au fost utilizate pentru obținerea modelelor experimentale de material filtrant polimeric micro/nanoporos. În timpul procesului de electrofilare au fost menținuți constanți parametrii procesului (debitul de injecție a soluției, distanța față de placa colectoare, tensiunea de lucru aplicată și temperatura de 35°C). În tabelul de mai jos sunt prezentați parametrii procesului de electrofilare (tabelul 1).

Tabelul 1. Parametrii de proces la electrofilarea soluțiilor EPS și EPS cu β -ciclodextrină

| Soluția | Concentrația polimerului [%] | Concentrația β -ciclodextrinei [%] | Parametrii procesului de electrofilare | | | |
|---------------------------------|------------------------------|--|--|--------|--------------|---------------|
| | | | U [kV] | d [cm] | Debit [ml/h] | Timp [minute] |
| EPS/DMF | 10 | - | 12 | 20 | 1,5 | 120 |
| | | | | | 2 | |
| | | | 15 | | 1,5 | |
| | | | | | 2 | |
| | | | 18 | | 1,5 | |
| | | | | | 2 | |
| EPS/DMF | 15 | - | 12 | 20 | 1,5 | 120 |
| | | | | | 2 | |
| | | | 15 | | 1,5 | |
| | | | | | 2 | |
| | | | 18 | | 1,5 | |
| | | | | | 2 | |
| EPS/DMF | 20 | - | 12 | 20 | 1,5 | 120 |
| | | | | | 2 | |
| | | | 15 | | 1,5 | |
| | | | | | 2 | |
| | | | 18 | | 1,5 | |
| | | | | | 2 | |
| EPS/DMF+ β -ciclodextrină | 20 | 1 | 18 | 20 | 1,5 | 120 |
| | | 2 | | | 2 | |
| | | 3 | | | 1,5 | |
| | | 4 | | | 2 | |
| | | 5 | | | 1,5 | |
| | | 2 | | | 1,5 | |
| | | 2 | | | 2 | |
| | | 1,5 | | | 2 | |
| | | 2 | | | 1,5 | |
| | | 2 | | | 2 | |
| EPS/DMF (pe tefon) | 15 | - | 15 | 20 | 1,5 | 360 |
| | | | 18 | | | |
| EPS/DMF (pe tefon) | 20 | - | 15 | 20 | 1,5 | 360 |
| | | | 18 | | | |

Au fost realizate 32 de straturi de micro/nanofibre polimerice electrofilate din EPS și EPS cu β -ciclodextrină. Dintre acestea, cele din EPS pe substrat folie de aluminiu (18) au fost realizate în etapa anterioară a proiectului, iar cele din EPS aditivate cu β -ciclodextrină (10) și cele din EPS pe substrat textil tefon (4) au fost realizate în etapa curentă.

Caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate

Caracterizarea prin microscopie electronică de baleiaj (SEM)

În figurile de mai jos sunt prezentate micrografiile SEM pentru straturile obținute prin electrofilare a soluțiilor polimerice de EPS și EPS cu β -ciclodextrină preparate.

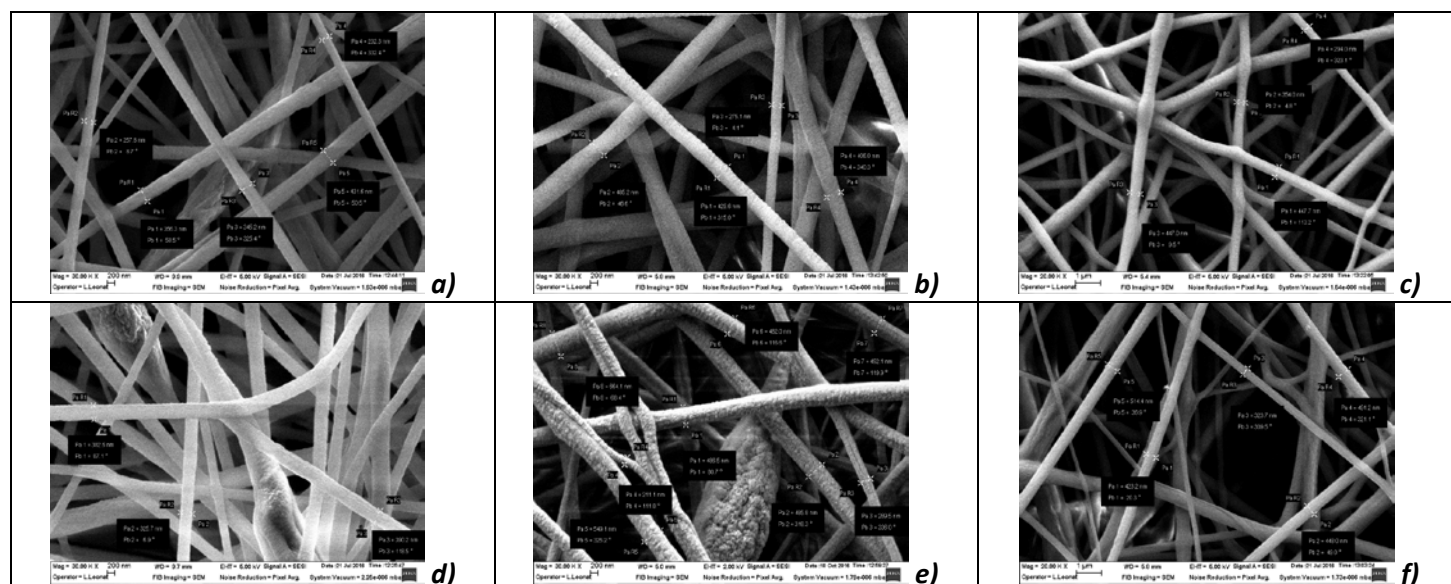


Fig. 1. Micrografiile SEM ale membranelor polimerice cu 10% EPS depuse pe substrat de aluminiu: a) 10% EPS 1,5 ml/h 12 kV; b) 10% EPS 1,5 ml/h 15 kV; c) 10% EPS 1,5 ml/h 18 kV; d) 10% EPS 2 ml/h 12 kV; e) 10% EPS 2 ml/h 15 kV; f) 10% EPS 2 ml/h 18 kV

Tabelul 2. Valorile diametrelor fibrelor polimerice electrofilate din soluție 10% EPS

| Eșantion | Debit (ml/h) | Tensiunea aplicată (kV) | Diametrul (nm) | | |
|----------|--------------|-------------------------|----------------|-------|-------|
| | | | mediu | min | max |
| 10%EPS | 1,5 | 12 | 324,6 | 232,3 | 431,6 |
| | 2 | | 366,2 | 325,7 | 390,2 |
| | 1,5 | 15 | 398,9 | 275,1 | 485,2 |
| | 2 | | 487,0 | 289,5 | 664,1 |
| | 1,5 | 18 | 385,7 | 294,0 | 447,7 |
| | 2 | | 440,1 | 323,7 | 514,4 |

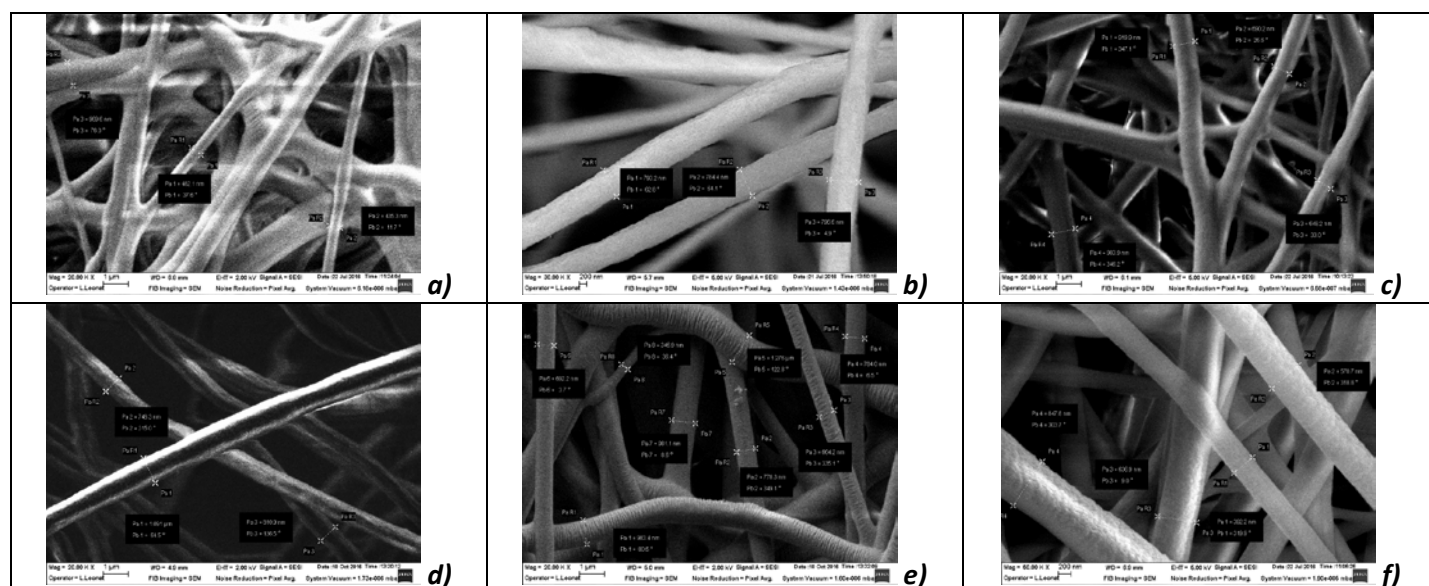


Fig. 2. Micrografiile SEM ale membranelor polimerice cu 15% EPS depuse pe substrat de aluminiu: a) 15% EPS 1,5 ml/h 12 kV; b) 15% EPS 1,5 ml/h 15 kV; c) 15% EPS 1,5 ml/h 18 kV; d) 15% EPS 2 ml/h 12 kV; e) 15% EPS 2 ml/h 15 kV; f) 15% EPS 2 ml/h 18 kV

15% EPS 1,5 ml/h 15 kV; c) 15% EPS 1,5 ml/h 18 kV; d) 15% EPS 2 ml/h 12 kV; e) 15% EPS 2 ml/h 15 kV; f) 15% EPS 2 ml/h 18 kV

Tabelul 3. Valorile diametrelor fibrelor polimerice electrofilate din soluție 15% EPS

| Eșantion | Debit (ml/h) | Tensiunea aplicată (kV) | Diametrul (nm) | | |
|----------|--------------|-------------------------|----------------|-------|-------|
| | | | mediu | min | max |
| 15%EPS | 1,5 | 12 | 629,0 | 435,3 | 969,6 |
| | 2 | | 883,4 | 748,3 | 1091 |
| | 1,5 | 15 | 791,4 | 784,4 | 796,6 |
| | 2 | | 813,2 | 346,9 | 1276 |
| | 1,5 | 18 | 810,6 | 648,2 | 983,9 |
| | 2 | | 611,9 | 392,2 | 847,8 |

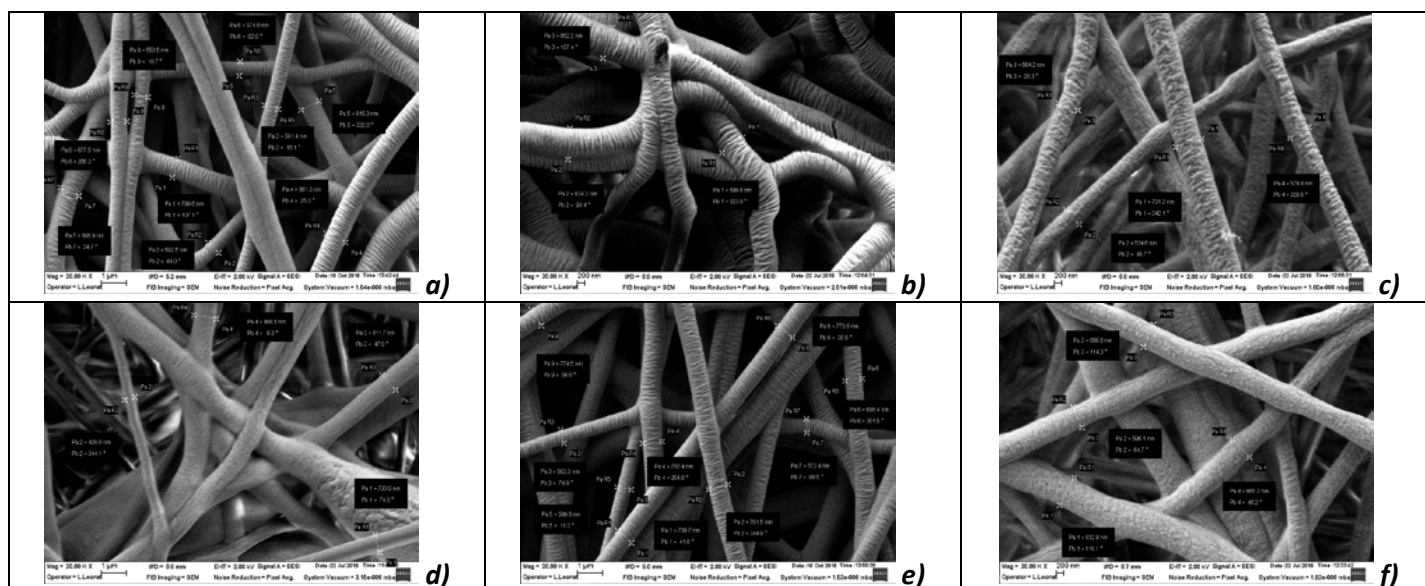
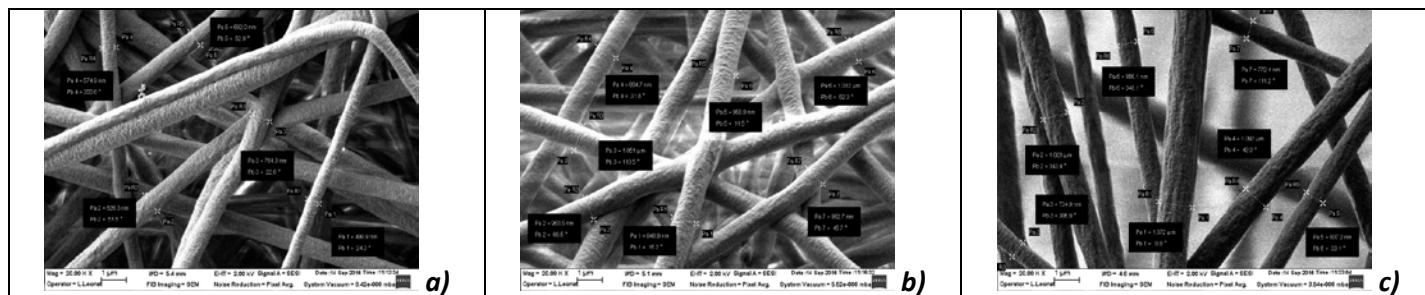


Fig. 3. Micrografiile SEM ale membranelor polimerice cu 20% EPS depuse pe substrat de aluminiu: a) 20% EPS 1,5 ml/h 12 kV; b) 20% EPS 1,5 ml/h 15 kV; c) 20% EPS 1,5 ml/h 18 kV; d) 20% EPS 2 ml/h 12 kV; e) 20% EPS 2 ml/h 15 kV; f) 20% EPS 2 ml/h 18 kV

Tabelul 4. Valorile diametrelor fibrelor polimerice electrofilate din soluție 20% EPS

| Eșantion | Debit (ml/h) | Tensiunea aplicată (kV) | Diametrul (nm) | | |
|----------|--------------|-------------------------|----------------|-------|-------|
| | | | mediu | min | max |
| 20%EPS | 1,5 | 12 | 696,0 | 553,5 | 861,3 |
| | 2 | | 719,8 | 428,0 | 908,5 |
| | 1,5 | 15 | 795,4 | 699,6 | 852,2 |
| | 2 | | 699,6 | 563,3 | 791,5 |
| | 1,5 | 18 | 602,5 | 534,6 | 731,3 |
| | 2 | | 690,2 | 596,1 | 832,9 |



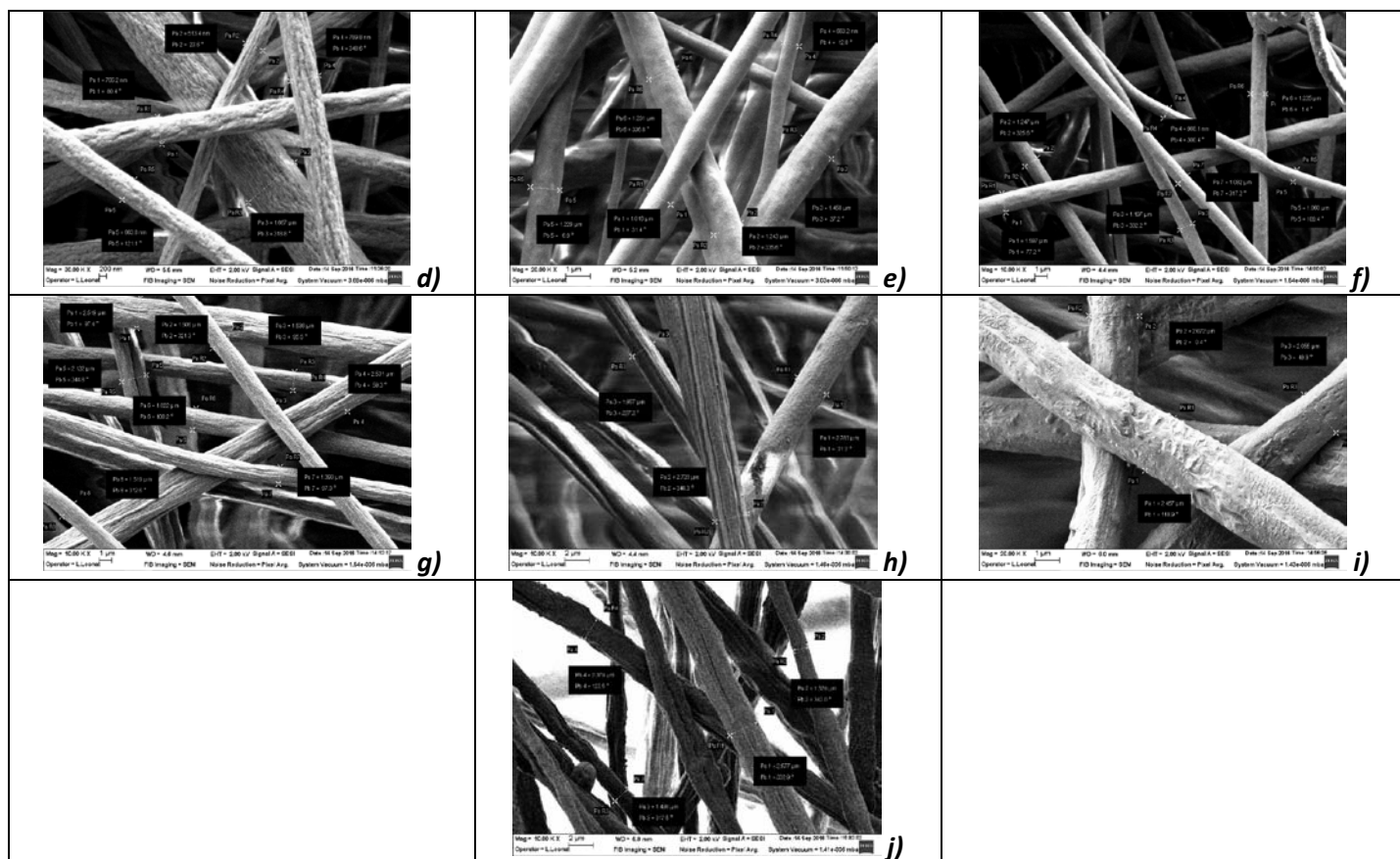


Fig. 4. Micrografiile SEM ale membranelor polimerice cu 20% EPS și ciclodextrină depuse pe substrat de aluminiu: a) 20% EPS + 1% ciclodextrină 1,5 ml/h 18 kV; b) 20% EPS + 1% ciclodextrină 2 ml/h 18 kV; c) 20% EPS + 2% ciclodextrină 1,5 ml/h 18 kV; d) 20% EPS + 2% ciclodextrină 2 ml/h 18 kV; e) 20% EPS + 3% ciclodextrină 1,5 ml/h 18 kV; f) 20% EPS + 3% ciclodextrină 2 ml/h 18 kV; g) 20% EPS + 4% ciclodextrină 1,5 ml/h 18 kV; h) 20% EPS + 4% ciclodextrină 2 ml/h 18 kV; i) 20% EPS + 5% ciclodextrină 1,5 ml/h 18 kV; j) 20% EPS + 5% ciclodextrină 2 ml/h 18 kV

Tabelul 5. Valorile diametrelor fibrelor polimerice de EPS aditivat cu ciclodextrină

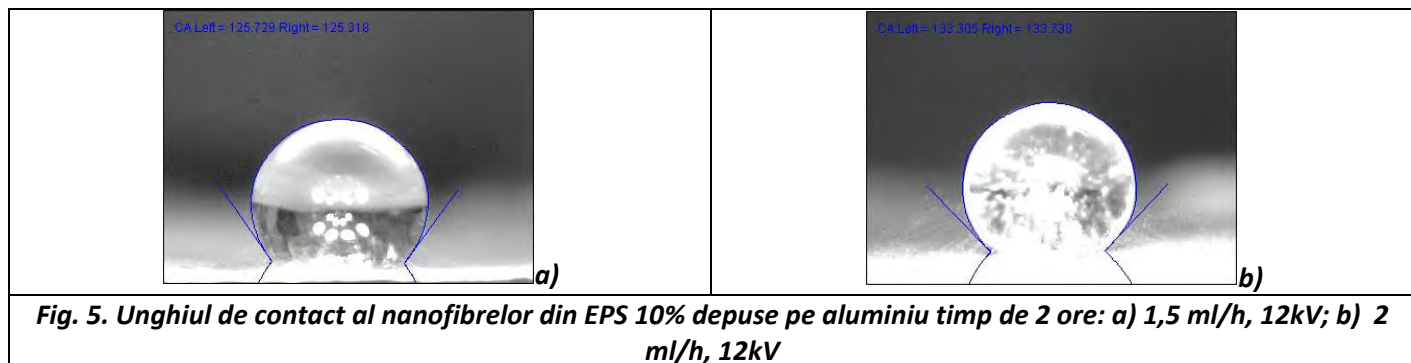
| Eșantion | Debit (ml/h) | Tensiunea aplicată (kV) | Diametrul (nm) | | |
|------------|--------------|-------------------------|----------------|-------|-------|
| | | | mediu | min | max |
| 20%EPS+1%C | 1,5 | 18 | 669,5 | 499,9 | 826,3 |
| | 2 | | 951,8 | 862,7 | 1051 |
| 20%EPS+2%C | 1,5 | | 951,8 | 734,9 | 1372 |
| | 2 | | 879,8 | 513,4 | 1667 |
| 20%EPS+3%C | 1,5 | | 1140 | 663,2 | 1458 |
| | 2 | | 1200,8 | 988,1 | 1597 |
| 20%EPS+4%C | 1,5 | | 1869,7 | 1393 | 2531 |
| | 2 | | 2487,6 | 1957 | 2783 |
| 20%EPS+5%C | 1,5 | | 2198 | 2055 | 2467 |
| | 2 | | 1855,3 | 1329 | 2577 |

Analizând micrografiile SEM de mai sus constatăm că morfologia micro/nanofibrelor este influențată de parametrii procesului de electrofilare (concentrația soluției de polimer, debit, tensiune). Creșterea concentrației de EPS în soluție de la 10% la 20% conduce la nanofibre uniforme, fără defecte. În același timp, se constată și creșterea diametrului mediu al fibrelor electrofilate de la 300 nm, la o concentrație de 10 % EPS, la 900 nm, la o concentrație de 20% EPS. Creșterea debitului de alimentare a soluției polimerice de la 1,5 la 2 ml/h conduce la creșterea diametrului mediu al fibrelor electrofilate cu aproximativ 50-100 nm. Creșterea tensiunii aplicate de la 12 la 18 kV determină, de asemenea, creșterea diametrului mediu al fibrelor electrofilate. Adăugarea de ciclodextrină conduce la o soluție polimerică cu o vâscozitate mai mare decât cea a polimerului neaditivat, în consecință se constată o creștere a diametrului fibrelor până la o valoare de 2800 nm (2,8 μm). În acest caz se constată faptul că, la o tensiune

aplicată constantă de 18 kV, atât creșterea debitului de alimentare, cât și creșterea concentrației de ciclodextrină determină creșterea diametrului fibrelor electrofilate.

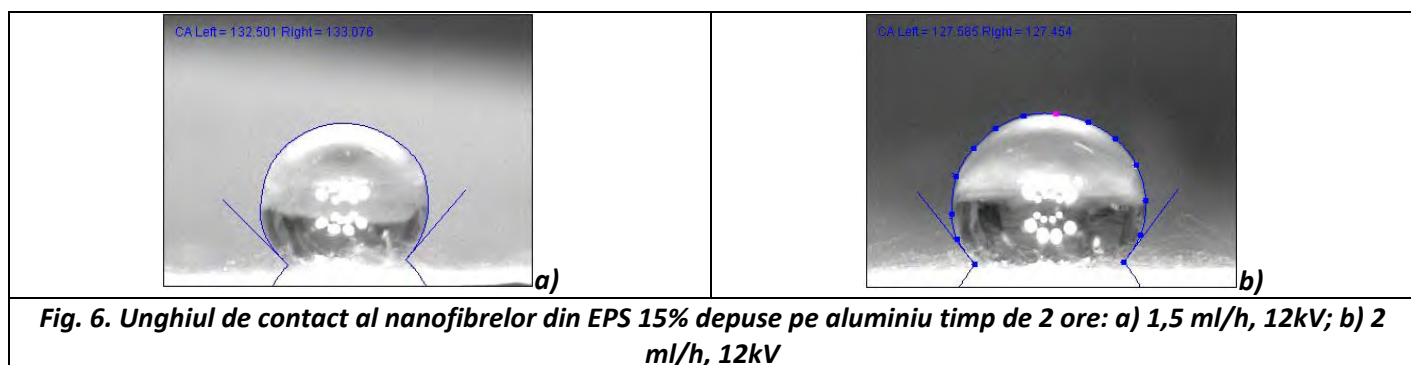
Determinarea unghiului de contact al straturilor polimerice cu apa

Determinarea unghiului de contact al straturilor polimerice de nanofibre din EPS și EPS cu ciclodextrină cu apa s-a realizat în vederea determinării caracterului hidrofil sau hidrofob al acestora. Rezultatele obținute la determinarea unghiului de contact al straturilor polimerice de nanofibre din EPS și EPS cu ciclodextrină cu apa sunt prezentate în tabelele și figurile de mai jos.



Tabelul 6. Unghiul de contact al nanofibrelor din EPS 10% depuse pe substrat aluminiu timp de 2 ore la debite de 1,5 și 2 ml/h și la tensiuni de 12, 15 și 18 kV

| Proba 10% EPS | Unghi de contact | |
|------------------|------------------|---------|
| | stânga | dreapta |
| a | 125,729 | 125,318 |
| b | 127,124 | 126,940 |
| c | 126,194 | 126,022 |
| d | 133,305 | 133,738 |
| e | 129,295 | 129,677 |
| f | 130,059 | 130,109 |



Tabelul 7. Unghiul de contact al nanofibrelor din EPS 15% depuse pe substrat aluminiu timp de 2 ore la debite de 1,5 și 2 ml/h și la tensiuni de 12, 15 și 18 kV

| Proba 15% EPS | Unghi de contact | |
|------------------|------------------|---------|
| | stânga | dreapta |
| a | 132,501 | 133,076 |
| b | 130,919 | 130,509 |
| c | 133,062 | 133,378 |
| d | 127,585 | 127,454 |
| e | 131,478 | 131,333 |
| f | 130,956 | 130,572 |

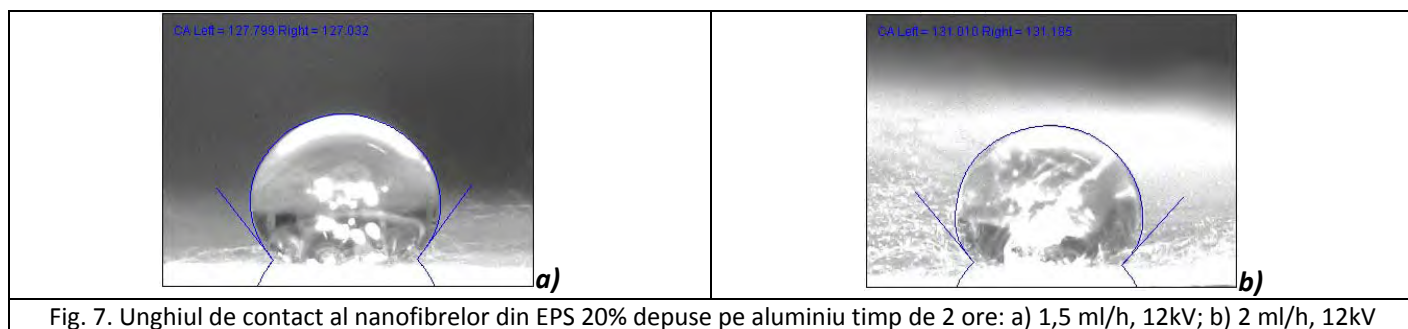


Fig. 7. Unghiul de contact al nanofibrelor din EPS 20% depuse pe aluminiu timp de 2 ore: a) 1,5 ml/h, 12kV; b) 2 ml/h, 12kV

Tabelul 8. Unghiul de contact al nanofibrelor din EPS 20% depuse pe substrat aluminiu timp de 2 ore la debite de 1,5 și 2 ml/h și la tensiuni de 12, 15 și 18 kV

| Proba 20% EPS | Unghi de contact | |
|------------------|------------------|---------|
| | stânga | dreapta |
| a | 127,799 | 127,032 |
| b | 132,618 | 132,212 |
| c | 133,138 | 133,070 |
| d | 131,010 | 131,185 |
| e | 129,109 | 128,942 |
| f | 130,338 | 130,067 |

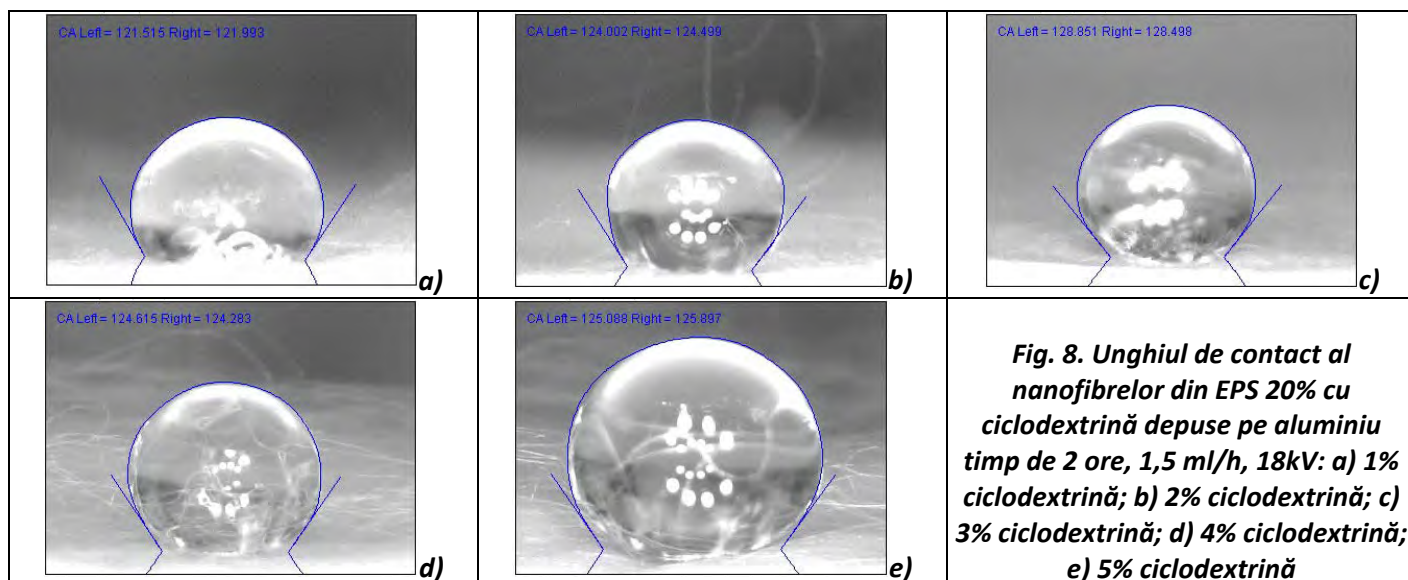


Fig. 8. Unghiul de contact al nanofibrelor din EPS 20% cu ciclodextrină depuse pe aluminiu timp de 2 ore, 1,5 ml/h, 18kV: a) 1% ciclodextrină; b) 2% ciclodextrină; c) 3% ciclodextrină; d) 4% ciclodextrină; e) 5% ciclodextrină

Tabelul 9. Unghiul de contact al nanofibrelor din EPS 20% cu 1, 2, 3, 4 și 5% ciclodextrina depuse pe substrat aluminiu timp de 2 ore la debite de 1,5 și 2 ml/h și la o tensiune de 18 kV

| Proba 20% EPS cu ciclodextrină | Unghi de contact | |
|-----------------------------------|------------------|---------|
| | stânga | dreapta |
| a | 121,515 | 121,993 |
| b | 124,523 | 124,991 |
| c | 124,002 | 124,499 |
| d | 126,738 | 126,705 |
| e | 128,851 | 128,498 |
| f | 117,274 | 117,337 |
| g | 124,615 | 124,283 |
| h | 126,093 | 126,179 |
| i | 125,088 | 125,897 |
| j | 124,099 | 124,314 |

Din datele prezentate mai sus rezultă următoarele:

- membranele obținute din polimer EPS prezintă un comportament hidrofob, unghiul de contact având valori de cca 125-133° pentru toate concentrațiile de polimer utilizate;
- membranele obținute din polimer EPS aditivat cu β -ciclodextrină prezintă un comportament hidrofob, unghiul de contact având valori de cca 117-128° pentru toate concentrațiile de ciclodextrină utilizate, observându-se o ușoară scădere a valorii acestuia față de membranele polimerice obținute din EPS neaditivat.

Determinarea proprietăților mecanice ale straturilor polimerice

Rezultatele obținute la determinarea proprietăților mecanice ale straturilor polimerice de EPS depuse pe tifon timp de 6 ore sunt prezentate în tabelele și figurile prezentate mai jos.

Tabelul 10. Valorile medii ale proprietăților mecanice ale straturilor polimerice realizate

| Proba | Grosimea membranei (μm) | Rezistența mecanică medie R_m (MPa) | Alungirea medie A_m (%) | Modul de elasticitate mediu E_m (GPa) |
|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|
| 15% EPS 1,5 ml/h 15 kV | 280 | 5,41 | 2,94 | 0,06 |
| 15% EPS 1,5 ml/h 18 kV | 320 | 3,84 | 1,45 | 0,07 |
| 20% EPS 1,5 ml/h 15 kV | 340 | 4,16 | 1,70 | 0,06 |
| 20% EPS 1,5 ml/h 18 kV | 400 | 4,86 | 2,69 | 0,08 |

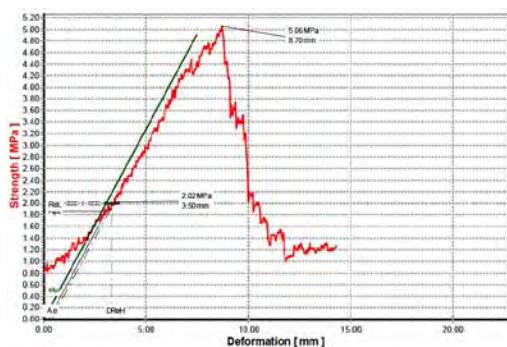


Fig. 9. Curbele de deformare la rupere prin întindere pentru eșantioanele 15% EPS 1,5 ml/h 15 kV depuse pe tifon

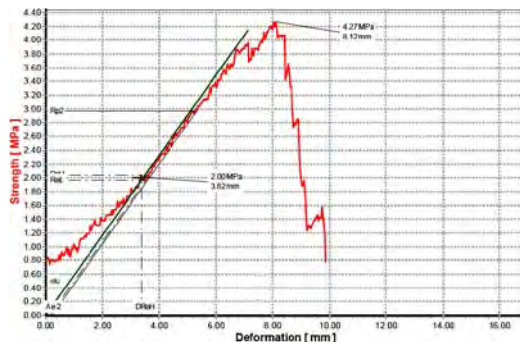


Fig. 10. Curbele de deformare la rupere prin întindere pentru eșantioanele 15% EPS 1,5 ml/h 18 kV depuse pe tifon

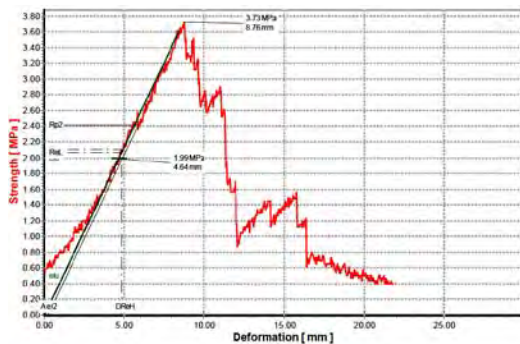


Fig. 11. Curbele de deformare la rupere prin întindere pentru eșantioanele 20% EPS 1,5 ml/h 15 kV depuse pe tifon

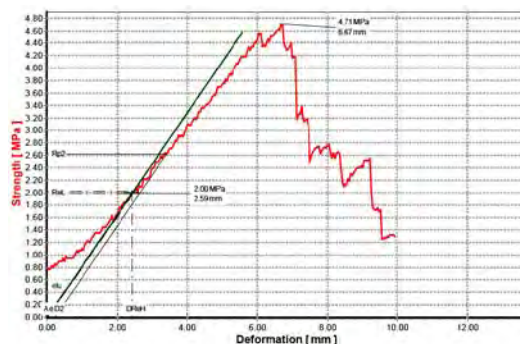


Fig. 12. Curbele de deformare la rupere prin întindere pentru eșantioanele 20% EPS 1,5 ml/h 18 kV depuse pe tifon

Tabelul 11. Valorile rezistenței mecanice și ale alungirii pentru eșantioanele 15% EPS și 20% EPS depuse pe substrat tifon timp de 6 ore

| Eșantion | Proba | Rezistența mecanică (MPa) | Rezistența mecanică medie R_m (MPa) | Alungirea A (%) | Alungirea medie A_m (%) | Modulul de elasticitate E (GPa) | Modulul de elasticitate mediu E_m (GPa) |
|------------------------------|-------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| 15% EPS 1,5 ml/h 15kV | 1 | 5,06 | 5,41 | 4,02 | 2,94 | 0,07 | 0,06 |
| | 2 | 4,97 | | 3,29 | | 0,06 | |
| | 3 | 5,72 | | 5,35 | | 0,06 | |
| | 4 | 5,23 | | 0,10 | | 0,05 | |
| | 5 | 6,11 | | 1,95 | | 0,07 | |
| 15% EPS 1,5 ml/h 18 kV | 1 | 4,27 | 3,84 | 1,17 | 1,45 | 0,07 | 0,07 |
| | 2 | 3,89 | | 0,96 | | 0,07 | |
| | 3 | 3,73 | | 2,89 | | 0,07 | |
| | 4 | 3,58 | | 1,22 | | 0,11 | |
| | 5 | 3,73 | | 0,99 | | 0,06 | |
| 20% EPS 1,5 ml/h 15 kV | 1 | 3,73 | 4,16 | 0,99 | 1,70 | 0,05 | 0,06 |
| | 2 | 4,20 | | 3,98 | | 0,05 | |
| | 3 | 4,20 | | 1,52 | | 0,05 | |
| | 4 | 3,77 | | 0,41 | | 0,06 | |
| | 5 | 4,89 | | 1,60 | | 0,10 | |
| 20% EPS 1,5 ml/h 18 kV | 1 | 4,71 | 4,86 | 3,81 | 2,69 | 0,09 | 0,08 |
| | 2 | 4,59 | | 4,54 | | 0,09 | |
| | 3 | 4,68 | | 1,25 | | 0,08 | |
| | 4 | 4,92 | | 0,84 | | 0,07 | |
| | 5 | 5,39 | | 3,00 | | 0,08 | |

Din datele prezentate mai sus se constată că rezistența mecanică la rupere prin întindere are valori situate în intervalul 3,73 - 6,11 MPa, alungirea medie este între 1,45 și 2,94%, iar modulul de elasticitate mediu este între 0,06 și 0,08 GPa pentru toate cele 4 probe analizate. Pentru probele obținute din soluție cu 20% EPS se constată o ușoară creștere a caracteristicilor mecanice odată cu creșterea grosimii stratului depus.

Caracterizarea straturilor polimerice prin spectroscopie FTIR

În figura 13 este prezentat comparativ spectru FTIR al straturilor de fibre cu EPS 20% și EPS 20% aditivat cu 5% β -ciclodextrină și β -ciclodextrină (pulbere). În regiunea spectrală $650-2000\text{ cm}^{-1}$, spectrele sunt dominate de benzile caracteristice ale polistirenului datorate vibrațiilor de întindere a legăturii duble C=C ($1625-1475\text{ cm}^{-1}$) și vibrației de deformare a grupării C-H aromatice ($1250-650\text{ cm}^{-1}$).

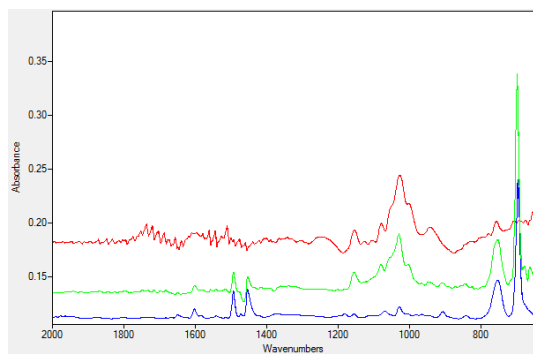


Fig. 13. Spectru ATR FTIR înregistrat pe EPS 20% (albastru), EPS 20% + 5% β -ciclodextrină (verde) și β -ciclodextrină (roșu)

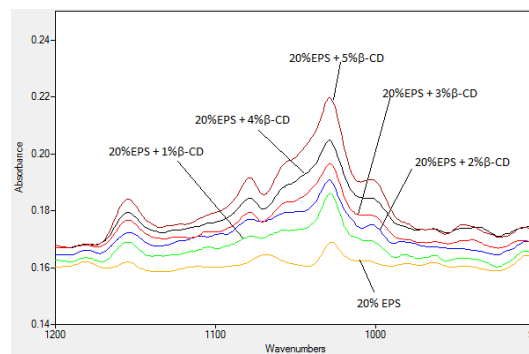


Fig. 14. Influența concentrației de β -ciclodextrină asupra compusului EPS aditivat cu β -ciclodextrină

Se observă că majoritatea benzilor caracteristice β -ciclodextrinei se suprapun peste cele ale polistirenului, lucru pus în evidență de spectrul amestecului polistirenului expandat cu 5% β -ciclodextrină (fig. 13 – verde).

Din figura 14 se poate observa că o creștere a concentrației de β -ciclodextrină adăugată în EPS conduce la creșterea în intensitate a benzilor din regiunea $970-1200\text{ cm}^{-1}$ datorate vibrațiilor de întindere a legăturii C-O, concomitent cu dispariția benzii de la cca. 940 cm^{-1} (vibrație =C-H). Acest lucru poate indica existența unei interacții între polistiren și β -ciclodextrină.

Testarea absorbției fenolftaleinei pe straturile polimerice din polistiren expandat aditivat cu β -ciclodextrină

Nanofibrele din EPS funcționalizate cu ciclodextrine pot filtra molecule organice din soluții conform datelor din literatură [6]. Astfel, s-a realizat o testare calitativă a absorbției fenolftaleinei pe straturile polimerice din polistiren expandat aditivat cu β -ciclodextrină. Experimentările au vizat absorbția de fenolftaleina pe straturile polimerice în mediu neutru și în mediu bazic. S-a preparat o soluție de fenolftaleină în apă bidistilată, cât și o soluție de fenolftaleină în soluție de hidroxid de sodiu 0,1%. Soluția cu fenolftaleină în mediu neutru (pH=7) este incoloră, iar soluția cu fenolftaleină în mediu bazic (pH=11) este de culoare roz intens. Eșantioane din stratul polimeric de EPS 20% aditivat cu 5% β -ciclodextrină au fost introduse în cele două soluții, introduse în etuva de vid și menținute la temperatura ambiantă și vid timp de 24 de ore.



Fig. 15. Eșantioane din stratul polimeric de EPS 20% aditivat cu 5% β -ciclodextrină introduse în cele două soluții cu fenolftaleină

Evaluarea absorbției fenolftaleinei în stratul polimeric s-a realizat în două moduri: prin spectroscopia FTIR a eșantioanelor polimerice după imersarea acestora în soluții și prin determinarea absorbanței în UV-Vis a fenolftaleinei.

Evaluarea absorbției fenolftaleinei prin spectroscopie FTIR

Spectrul FTIR al fenolftaleinei (fig. 16) este caracterizat de prezența grupărilor OH (vibrație de întindere) la cca. 3377 , 3337 și 3294 cm^{-1} , o bandă intensă la 1720 cm^{-1} atribuită vibrației C=O din grupa lactone [7], multiple benzi datorate vibrației de întindere C=C din nucleele aromatice ($1400-1600\text{ cm}^{-1}$), respectiv întindere C-O de tip eter între $1000-1300\text{ cm}^{-1}$.

În figura 17 sunt prezentate comparativ spectrele ATR/FTIR înregistrate pe straturile realizate cu EPS 20% și 5% β -ciclodextrină care au fost imersate într-o soluție apoasă ce conține fenolftaleină atât în mediu neutru (soluție incoloră), cât și în mediu bazic. Pentru comparație, în figura 17 este adăugat și spectrul stratului de EPS cu ciclodextrină inițial, care nu fost supus acțiunii soluției apoase de fenolftaleină.

Se poate observa o scădere în intensitate a benzilor de la 700 , 750 , 1003 , 1029 , 1055 și 1152 cm^{-1} la probele supuse interacțiunii cu soluția de fenolftaleină comparativ cu proba inițială, o scădere mai accentuată fiind obținută în cazul probei peste care a fost trecută soluția de fenolftaleină în mediu bazic. De asemenea, se observă o scădere accentuată a benzii de la 1078 cm^{-1} pentru stratul polimeric imersat în soluția neutră și dispariția acesteia la filtrul cu soluție în mediu bazic. Aceste modificări spectrale pot fi puse pe seama interacției fenolftaleinei cu matricea stratului polimeric, în special cu componentul β -ciclodextrină.

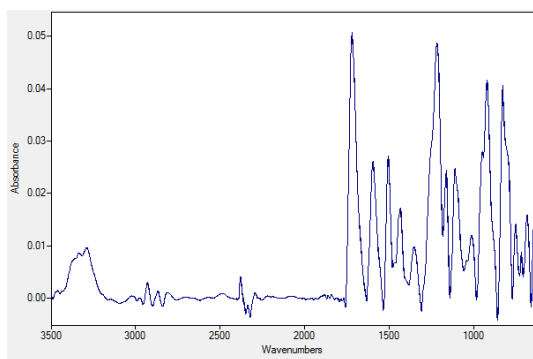


Fig. 16. Spectrul ATR/FTIR al fenolftaleinei

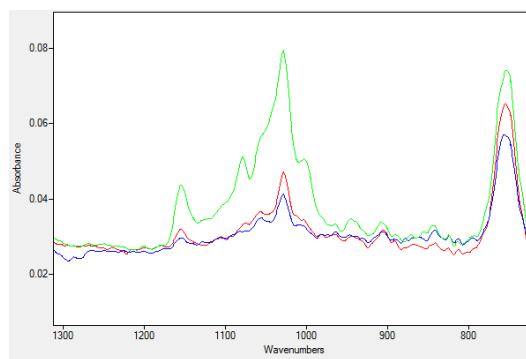


Fig. 17. Spectrul ATR-FTIR înregistrat pe: EPS 20% + 5% β -ciclodextrină (verde), EPS 20% + 5% β -ciclodextrină imersat în fenolftaleină în mediu bazic (rosu) și EPS 20% + 5% β -ciclodextrină imersat în fenolftaleină în mediu neutru (albastru)

Evaluarea absorbției fenolftaleinei prin spectrofotometrie UV-Vis

Conform datelor din literatură [8], fenolftaleina prezintă maxime de absorbție în domeniul UV-Vis, atât forma ei în soluție acidă, cât și forma în soluție bazică. Luând în considerare acest aspect, s-a utilizat spectrometria UV-Vis pentru evaluarea absorbției fenolftaleinei.

Absorbția în UV-Vis a fenolftaleinei în soluții apoase în mediu neutru și bazic a fost determinată prin metoda spectrofotometriei de absorbție a luminii. Spectrele de absorbție s-au înregistrat în domeniul 190-800 nm. Drept etalon a fost înregistrat spectrul de absorbție al soluției de 1% fenolftaleină în alcool etilic (figura 18). Acesta prezintă o absorbantă de 3,921 u.a. la o lungime de undă de 236 nm. În figurile 19 și 20 sunt prezentate spectrele de absorbție UV-Vis ale soluțiilor de fenolftaleină în mediu neutru (pH=7) și în mediu bazic (pH=11) înainte și după imersia stratului polimeric.

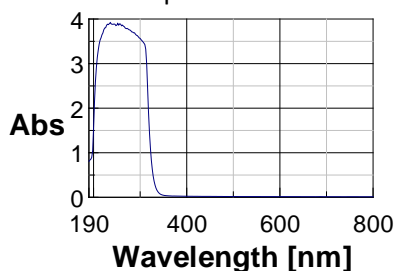


Fig. 18. Spectrul de absorbție UV-Vis al fenolftaleinei în soluție alcoolică

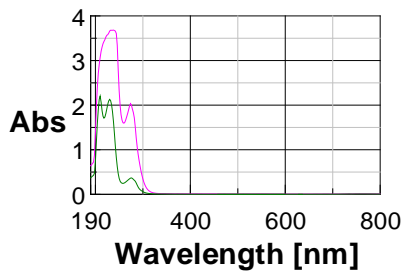


Fig. 19. Spectrul de absorbție UV-Vis a soluției de fenolftaleină în mediu neutru (pH=7) înainte (magenta) și după imersia stratului polimeric (verde)

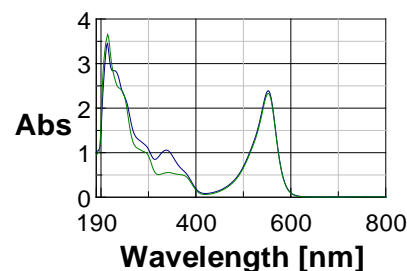


Fig. 20. Spectrul de absorbție UV-Vis a soluției de fenolftaleină în mediu bazic (pH=11) înainte (verde) și după imersia stratului polimeric (albastru)

Tabelul 12. Parametrii caracteristici spectrului de absorbție UV-Vis a soluției de fenolftaleină în mediu neutru și bazic înainte și după imersia stratului polimeric

| Proba | Absorbanta maximă [u.a.] | Lungimea de undă [nm] |
|---|--------------------------|-----------------------|
| Soluția de fenolftaleină în mediu neutru înainte de imersia stratului polimeric | 2,939 | 224 |
| | 0,446 | 276 |
| Soluția de fenolftaleină în mediu neutru după imersia stratului polimeric | 2,203 | 210 |
| | 2,109 | 230 |
| | 0,368 | 276 |
| Soluția de fenolftaleină în mediu bazic înainte de imersia stratului polimeric | 3,654 | 214 |
| | 0,556 | 342 |
| | 2,330 | 552 |
| Soluția de fenolftaleină în mediu bazic după imersia stratului polimeric | 3,448 | 214 |
| | 1,059 | 338 |
| | 2,392 | 552 |

Din datele de mai sus se constată că în mediu neutru apar variații ale maximelor de absorbție ale soluțiilor de fenolftaleină înainte și după imersia stratului polimeric, dar în mediu bazic analiza nu este concludentă, valorile maximelor de absorbție fiind similare.

PN1611 0206-Magneti Permanenti cu anizotropie de forma, realizati din micro/nanofire.

În etapa I **F1:Modelari ale proprietatilor magnetice ale micro/nano firelor feromagnetice. Realizare de microfibre/nanofire feromagnetice.** au fost realizate 2 modele experimentale de microfibre ce urmeaza sa fie utilizate în etapele urmatoare pentru a realiza nanofirele feromagnetice, respectiv modelele experimentale de materiale magnetice bazate pe nanofire.

A fost realizata o instalatie de obtinere a nanofirelor feromagnetice pentru care se va folosi în etapele urmatoare ca precursor microfibrele feromagnetice obtinute în aceasta etapa.

În cadrul activitatilor desfasurate în etapa II Faza 2:**Caracterizarea complexa a microfibreilor si a nanofirelor feromagnetice .Modelari ale unui sistem de MP pe baza de micro/nano fire feromagnetice** au fost realizate modelari pentru micro-nanofire feromagnetice. Acestea au relevat ca elementul finit micromagnetic poate fi un instrument foarte precis pentru a analiza comportamentele magnetice. Acesta poate fi utilizat pentru a investiga fenomenul multi-domeniu în nano-dispozitive și determinarea proprietăților magnetice ale suportului de înregistrare, cum ar fi modurile de inversare, timpul de comutare și câmpul de comutare, în special atunci când mărimea graunților și numărul de graunți pe bit se apropie de limitele fizice.

Cercetările experimentale din cadrul etapei a doua a proiectului PN 16 11 02 06, au vizat caracterizarea complexa a microfibreilor si a nanofirelor feromagnetice, utilizate pentru dezvoltarea de noi materiale magnetic dure, pe baza unor materii prime ieftine si care sa nu fie în lista materialelor nedeficitare.

PN1611 0207-Cercetari privind materialele feroice/multiferoice pentru dezvoltare de noi aplicatii

Faza 1.Experimentari de obtinere a materialelor feroice/multiferoice si caracterizarea dielectrica

S-au realizat experimentari de obtinere de solutii solide $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$ cu $x=0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6$, prin metoda de reactie în stare solida în doua etape (pre-sinterizare si sinterizare în aer, urmata de o racire lenta). Probele astfel obtinute au fost caracterizate prin difractie de raze X pentru a confirma formarea fazelor.. Pentru toate ceramicile investigate cu continut mai mare în BiFeO_3 (BF), a fost identificata o structura perovskit romboedrala cu simetrie R3c. Cu cresterea continutului de BaTiO_3 (BT), se observa o trecere de la romboedral la cubic.

Imaginile SEM au fost obtinute cu ajutorul microscopului electronic cu baleiaj : Workstation Auriga produs de Carl Zeiss, Germania. S-a observat ca probele sunt densificate, cu granule mari, aspectul granulelor fiind asemantor cu cel al BiFeO_3 , dar apar si granule cu structura romboedrala.

Analiza EDAX (X-ray dispersive energy analyse) a ceramicilor sinterizate la 1050°C a fost efectuata cu scopul de a studia modul de distributie a elementelor chimice pe suprafata probelor.

În fig. 1-5 sunt prezentate imaginile care conțin distributia elementelor chimice pe aceiasi portiune de pe suprafata pentru care s-a realizat imaginea SEM. Rezultatele experimentale obtinute pentru toate probele indica faptul ca toate elementele chimice sunt distribuite uniform pe suprafata.

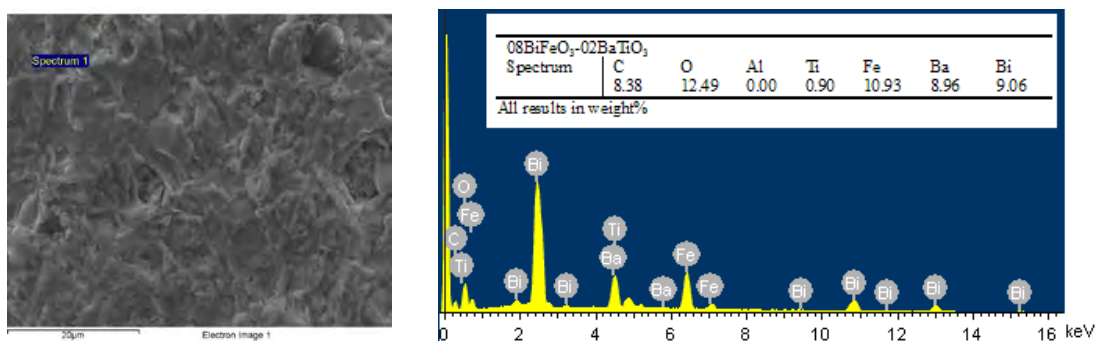


Fig. 1. Imaginea SEM pentru compozitia $0.8\text{BiFeO}_3 - 0.2\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C

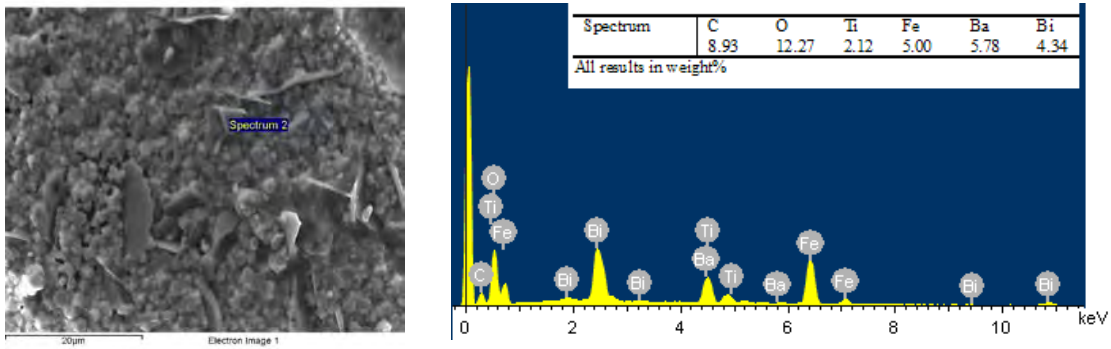


Fig. 2. Imaginea SEM pentru compozitia $0.7\text{BiFeO}_3 - 0.3\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C

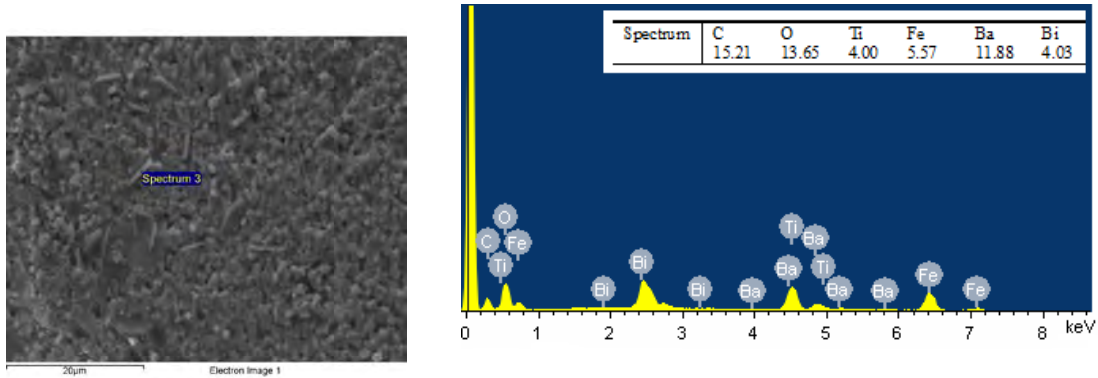


Fig. 3. Imaginea SEM pentru compozitia $0.6\text{BiFeO}_3 - 0.4\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C

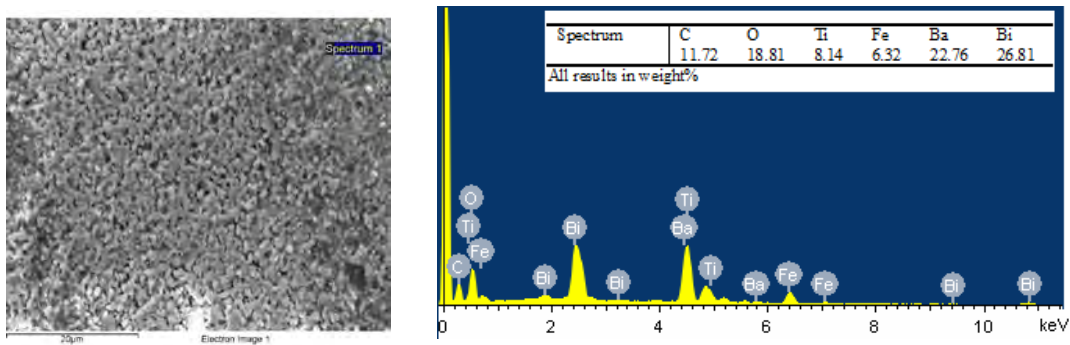


Fig. 4. Imaginea SEM pentru compozitia $0.5\text{BiFeO}_3 - 0.5\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C

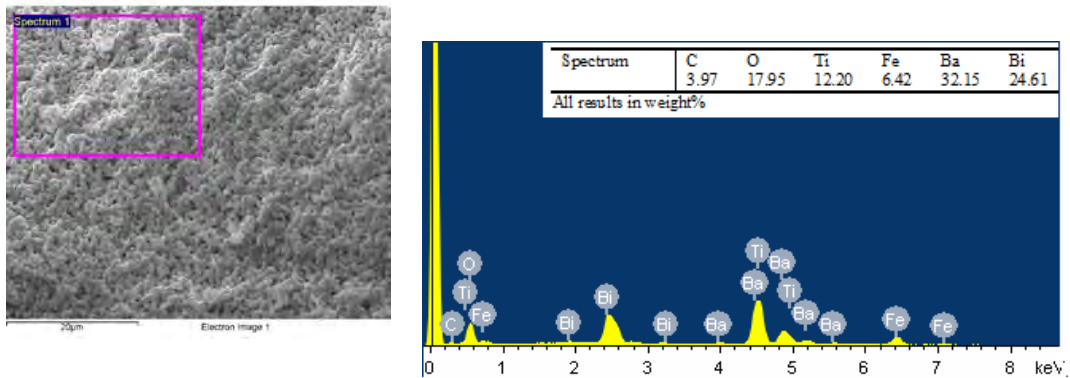


Fig. 5. Imaginea SEM pentru compozitia $0.4\text{BiFeO}_3 - 0.6\text{BaTiO}_3$ sinterizata la 1050°C

Masuratorile privind proprietatile magnetice asupra probelor de $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$ au fost realizate cu ajutorul echipamentului de Vibrating Sample Magnetometer (VSM) 7300 (Lake Shore Cryotronics Inc). Toate probele prezinta o magnetizatie de remanenta mica, fara saturatie. In probele de 0.3BaTiO_3 , exista o remanenta mica $M_r = 0.03$, si un camp coercitiv mic de respectiv $H_c = 920$ Oe, in probele de 0.4BaTiO_3 magnetizatia la remanenta incepe sa creasca la $M_r = 0.08$, iar campul coercitiv scade pana la $H_c = 753.3$ Oe, pentru temperatura de sinterizare de 1050°C ($1\text{Oe} = 10^3/4\pi$ A/m).

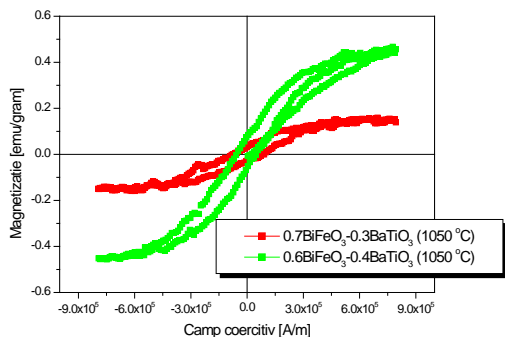


Fig. 6. Curbele de histeresis pentru probele $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$ cu $x = 0.3$ si 0.4 sinterizate la 1050°C .

Din imagine se constata ca prin adaugarea de BaTiO_3 feromagnetismul in proba creste.

Fig. 7 arata curbele de histeresis P - E ale compozitiilor $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ cu $x = 0.3; 0.4; 0.5$, ridicate la temperatura ambianta. Masuratorile au fost realizate la frecventa de 0.1Hz . Toate probele, mai putin cea cu $x = 0.2$ prezinta o anumita feroelectricitate.

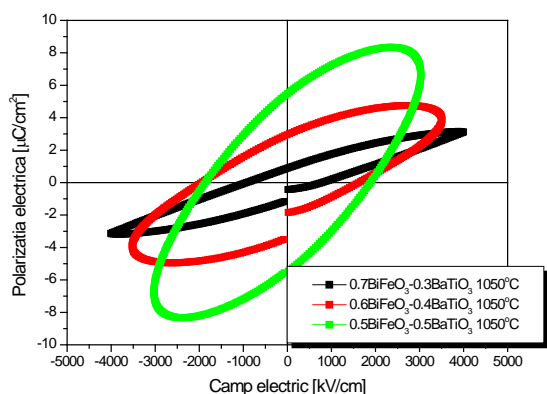


Fig. 7. Curbele de histeresis P(E) pentru probele $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{BaTiO}_3$ sinterizat la 1050°C . $x = 0.3; 0.4; 0.5$.

Faza 2:Caracterizarea materialelor feroice/ multiferoice (structural, dielectric feroelectric cat si feromagnetic (XRD, TEM, SEM, etc)

In concluzie, compozitiile cu $x=0.3$ si 0.4 sunt multiferoice, conform definitiei.

Principalele concluzii desprinse din lucrarile experimentale realizate sunt urmatoarele:

- din difractiile de raze X si calculul parametrilor de celula s-a constatat ca probele $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$ cu $x = 0.2; 0.3; 0.4$ au o structura romboedrica iar probele $(1-x)\text{BiFeO}_3-x\text{BaTiO}_3$ cu $x = 0.5; 0.6$ sunt cubice;
- In urma cercetarilor realizate prin aplicarea temperaturii de sinterizare de 1050°C asupra materialelor cu $x = 0.4$, s-a pus in evidenta faptul ca are loc o transformarea a structuriiromboedrice in structura cubica, aspect neevidentiat in literatura de specialitate [1,4,5,6];
- cu cresterea continutului de BaTiO_3 exista o trecere de la romboedric la cubic;
- dimensiunea de celula scade cu cresterea continutului de BaTiO_3 ;
- din caracterizarea microstructurala s-a constatat ca s-au obtinut probe cu o structura relativ omogena;
- din caracterizarea feromagnetica (curbele de histeresis M(H)) s-a constatat ca toate probele prezinta un histeresis, ceea ce demonstreaza caracterul feromagnetic al probelor;
- din caracterizarea feroelectricita (curbele de histeresis P(E)) s-a constatat ca proba $0.8\text{BiFeO}_3-0.2\text{BaTiO}_3$ este conductiva, in acest caz presupunandu-se ca s-a evaporat Bi si Fe^{3+} a ocupat pozitia Ti. In acest sens s-au facut tratamente de sinterizare in capace de alumina si magnezita, dar si tratamente la temperaturi de 1100°C si 1150°C .

- in cazul capcanei de alumina la temperatura de sinterizare, microscopiile rezultate au prezentat o structura apropiata de BiFeO_3 . Caracterizarea feromagnetica a aratat o micșorare a magnetizatiei.
- si in cazul $0.4\text{BiFeO}_3\text{-}0.6\text{BaTiO}_3$, s-a constatat ca este necesara o capcana pentru evitarea evaporarii Bi. S-a obtinut o curba de histerezis magnetic clara la temperatura de sinterizare de 1050°C in pat de magnezita.
- curba de histerezis feroelectric in acest caz nu s-a obtinut, *procesul complet de formare al compusilor nu este in totalitate cunoscut si ca influenta factorilor de sinterizare* trebuie investigat in continuare;
- permitivitatea dielectrica pentru toate compozitiile este mai mare de 200, valoare impusa in proiect;
- pierderile dielectrice pentru toate compozitiile obtinute sunt <1 , valoare impusa in proiect.

Rezultatele preconizate pentru atingerea obiectivelor fazelor 1 si 2 au fost obtinerea unui material multiferoic care sa prezinte atat feroelectricitate (prezenta curbei de histerezis $P(E)$ cu o polarizatie de min $0.2 - 0.3\mu\text{C}/\text{cm}^2$ la un camp electric aplicat de $300\text{kV}/\text{cm}$; precum si feromagnetism (obtinerea curbei de histerezis $M(H)$ cu un moment magnetic de cel putin $0,1\text{emu}/\text{gram}$ la un camp magnetic aplicat de 10000Oe . Conform rezultatelor prezentate se constata ca obiectivele fazelor 1 si 2 au fost indeplinite

PN1611 0208-Fluide magnetice pe bază de uleiuri vegetale ecologice, pentru aplicații ca agenți de răcire cu eficiență energetică crescută în echipamente electroenergetice și industriale

Faza 1. Modele de laborator de fluide magnetice în uleiuri vegetale, ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale.

Rezultatele obținute în urma cercetarilor experimentale derulate în prima etapă a proiectului au corespuns obiectivelor specifice **Ob1 – Ob4** propuse.

Buna concordanță dintre rezultatele obținute cu țintele stabilite, se poate aprecia cu realizarea obiectivului fazei 1 a contractului de cercetare.

Au fost realizate șase modele de laborator de fluide magnetice în uleiuri vegetale: ulei rafinat de rapiță și ulei rafinat de floarea soarelui.

În acest scop s-a realizat:

- sinteza de nanoparticule de oxid de fier (Fe_3O_4) prin două metode chimice:
 - metoda hidrotermală,
 - metoda descompunerii termice a unui complex de fier (oleat de fier) într-un solvent ce îndeplinește și rol de agent de surfactare hidrofob (dodecantiol).
- stabilizarea sterică hidrofobă a nanoparticulelor de Fe_3O_4 obținute prin metoda hidrotermală prin:
 - încapsulare într-un înveliș polimeric de tip polietilenă prin metoda microemulsiei combinată cu ultrasonare,
 - funcționalizare cu o moleculă organică cu caracter hidrofob de tip trifenilfosfină.
- caracterizarea nanopulberilor magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric hidrofob, din punct de vedere structural prin difracție de raze X (XRD) și spectrometrie în infraroșu (FTIR), morfologic (SEM) și magnetic (VSM) din care a rezultat că:
 - prin metoda hidrotermală s-a obținut o singură fază cristalină de Fe_3O_4 cu dimensiunea de cristalit de $9,91\text{ nm}$,
 - metoda descompunerii termice a condus la obținerea unui amestec de faze Fe_3O_4 și Fe_2O_3 cu dimensiunea de cristalit de $25,83\text{ nm}$,
 - prin prezența picurilor de absorbție din spectrele FTIR de la 2850 și 2919 cm^{-1} s-a confirmat prezența învelișului de polietilenă de pe suprafața nanoparticulelor de Fe_3O_4 iar picurile de la 1433 cm^{-1} și cel de la 742 cm^{-1} atribuite vibrației legături $\text{C}=\text{C}$ din scheletul aromatic și respectiv a legături $\text{P}-\text{C}$ au susținut prezența trifenilfosfinei,
 - micrografiile SEM au arătat o diferență morfologică între nanoparticule înainte de surfactare și după surfactare și anume prezența unui halou în jurul particulelor respective care este relativ omogen repartizat pe întreaga suprafață,
 - toate nanopulberile magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric obținute au arătat un comportament feromagnetic la temperatura camerei. Nanopulberea obținută prin metoda hidrotermală și stabilizată steric cu polietilenă a prezentat cea mai mare valoare a magnetizației de saturație ($M_s = 35.06\text{ emu}/\text{g}$).

Modelele de laborator de fluide magnetice au fost realizate prin metoda dispersiei cu ultrasunete a nanopulberilor magnetice de oxid de fier stabilizate steric hidrofob în uleiuri vegetale (ulei rafinat de rapiță și respectiv de floarea soarelui).

Fluidele magnetice pe bază de uleiuri vegetale au fost caracterizate prin:

- determinarea diametrului mediu hidrodinamic (metoda DLS) din care a rezultat că:
 - nanoparticulele magnetice obținute prin metoda hidrotermală stabilizate prin încapsulare în polietilenă în suspensia de ulei de rapiță au prezentat un $D_{\text{eff}} = 20,8$ nm și în ulei de floarea soarelui un $D_{\text{eff}} = 12,1$ nm,
 - nanoparticulele magnetice obținute prin metoda hidrotermală stabilizate cu trifenilfosfină în suspensia de ulei de rapiță au prezentat un $D_{\text{eff}} = 28,1$ nm și în ulei de floarea soarelui un $D_{\text{eff}} = 22,0$ nm,
 - nanoparticulele magnetice obținute prin metoda descompunerii termice a oleatului de fier în dodecantiol în suspensia de ulei de rapiță au prezentat un $D_{\text{eff}} = 44,7$ nm și în ulei de floarea soarelui un $D_{\text{eff}} = 42,4$ nm.
- determinarea stabilității suspensiilor de nanopulbere magnetică în uleiuri vegetale (metoda spectrometriei UV-Vis) după un interval de 14 h și a rezultat că:
 - suspensiile conținând nanoparticule de Fe_3O_4 obținute prin metoda hidrotermală și stabilizate steric cu polietilenă cât și cele stabilizate cu trifenilfosfină în ulei rafinat de rapiță și-au păstrat stabilitatea în intervalul de timp de până la 14 h,
 - toate suspensiile în ulei de floarea soarelui au fost instabile.
- determinarea proprietăților magnetice prin metoda VSM.

Din analiza rezultatelor măsurătorilor magnetice metoda (VSM), s-a constatat că fluidul obținut prin dispersia nanoparticulelor de Fe_3O_4 în ulei de rapiță, obținute hidrotermal și stabilizate cu trifenilfosfină și respectiv polietilenă au prezentat atât stabilitate în suspensie cât și cea mai mare valoare de magnetizație ($M_s = 12.4$ emu/g și respectiv 9.6 emu/g ceea ce este în concordanță și cu determinările UV-Vis ale stabilității acestor suspensii.

Având în vedere aceste rezultate s-a considerat oportună continuarea cercetărilor pentru realizarea modelului demonstrativ de fluid magnetic. Experimentările au avut în vedere determinarea comportamentului reologic, conductivitatea și difuzivitatea termică și proprietățile magnetice ale fluidului magnetic în ulei vegetal funcție de concentrația fazei disperse.

Faza 2: Model demonstrativ de fluid magnetic în ulei vegetal ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale derulate în etapa 2 a proiectului au corespuns obiectivelor specifice **Ob1 – Ob3** propuse .

Buna concordanță dintre rezultatele obținute cu țintele stabilite, s-a putut aprecia cu realizarea obiectivului fazei 2 a contractului de cercetare.

Au fost realizate două modele demonstrative de fluide magnetice în uleiuri vegetale (în ulei rafinat de rapiță și respectiv în ulei rafinat de floarea soarelui), având concentrații volumice diferite ($\Phi = 0.60 - 1.14$ pentru cele în ulei de floarea soarelui și $\Phi = 0.68 - 1.50$ pentru cele în ulei de rapiță).

În acest scop s-a realizat:

sinteza de nanoparticule de oxid de fier (Fe_3O_4) prin metoda chimică hidrotermală și stabilizarea sterică hidrofobă a acestor nanoparticulelor de Fe_3O_4 prin încapsulare într-un înveliș polimeric de tip polietilenă prin metoda emulsifieri combinată cu ultrasonare;

caracterizarea nanopulberilor magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric hidrofob din punct de vedere structural (XRD) și (FTIR), morfologic (SEM), compozițional (EDX) și magnetic (VSM) din care a rezultat că:

- s-a obținut o singură fază cristalină de Fe_3O_4 cu dimensiunea de cristalit de 9,64 nm (Fe_3O_4 nesurfactată) și respectiv de 9,34 nm pentru (Fe_3O_4) acoperit cu polietilenă,
- prin prezența picurilor de absorbție din spectrele FTIR de la 2850 și 2920 cm^{-1} s-a confirmat prezența învelișului de polietilenă de pe suprafața nanoparticulelor de Fe_3O_4 stabilizate steric,
- micrografiile SEM au arătat o diferență morfologică între nanoparticule înainte de surfactare ($D = 8.12 - 10.52$ nm) și după surfactare și anume prezența unui halou în jurul particulelor respective care este relativ omogen repartizat pe întreaga suprafață ($D = 9.08$ nm - 10.57 nm), rezultatul fiind în acord cu dimensiunea medie de cristalit determinată prin difracția de raze X,
- spectrul EDX a pus în evidență prezența alături de picurile caracteristice elementelor Fe și O din compoziția magnetitei (Fe_3O_4) și prezența elementului (C) confirmând formarea învelișului de polietilenă pe suprafața nanoparticulelor magnetice,

- toate nanopulberile magnetice de oxid de fier nestabilizate și stabilizate steric au prezentat un comportament feromagnetic la temperatura camerei. Valorile magnetizației la saturație și a câmpului coercitiv pentru nanoparticulele surfactate ($M_s = 35.06$ emu/g și $H_c = 250$ Oe) sunt apropiate de cele ale particulelor nesurfactate ($M_s = 33.43$ emu/g și $H_c = 250$ Oe) ceea ce indică că învelișul de polietilenă nu a afectat semnificativ proprietățile magnetice.

obținerea modelelor demonstrative de fluide magnetice prin dispersia nanoparticulelor magnetice stabilizate steric cu înveliș polimeric hidrofob de tip polietilenă în uleiuri vegetale (ulei rafinat de rapiță și ulei rafinat de floarea soarelui) prin metoda ultrasonării;

caracterizarea modelelor demonstrative de fluide magnetice prin:

determinarea diametrului mediu hidrodinamic (metoda DLS) al fluidelor magnetice în suspensii pe bază de uleiuri vegetale din care a rezultat că:

- diametrul efectiv al nanoparticulelor magnetice în suspensia de ulei de rapiță este $D_{eff} = 20,8$ nm și al celor aflate în suspensie de ulei de floarea soarelui este $D_{eff} = 12,1$ nm.

determinarea comportamentului reologic (vâscozitatea) fluidelor magnetice în ulei vegetal în funcție de natura uleiului vegetal purtător și de concentrația fazei disperse care a arătat că:

- toate modelele de fluide magnetice în ulei vegetal, indiferent de natura uleiului vegetal purtător, se comportă ca un fluid newtonian vâscoelastic,

- alura curbelor descrescătoare cu creșterea vitezei de forfecare în cazul probelor în ulei de floarea soarelui indică un comportament de fluidificare la forfecare,

- alura curbelor crescătoare cu creșterea vitezei de forfecare în cazul probelor în ulei de rapiță indică un comportament de îngroșare la forfecare,

- valorile vâscozității scad cu creșterea temperaturii de la 27°C la 60°C , indiferent de natura uleiului vegetal purtător ,

- valorile vâscozității cresc cu creșterea concentrațiilor volumice de nanoparticule atât în uleiul de floarea soarelui cât și cele în ulei de rapiță.,

- cele mai ridicate valori ale vâscozităților pentru aceeași temperatură și aceeași concentrație volumică de nanoparticule au fost înregistrate pentru probele având ca lichid purtător uleiul rafinat de floarea soarelui.

determinarea proprietăților termice (căldura specifică, difuzivitate termică și conductivitatea termică) ale fluidului magnetic în ulei vegetal care a arătat că:

- valorilor căldurii specifice descresc cu creșterea temperaturii indiferent de natura uleiului vegetal,

--conductivitatea termică crește aproape liniar cu temperatura indiferent de natura uleiului vegetal,

- conductivitatea termică crește cu concentrația volumică de nanoparticule magnetice indiferent de natura uleiului vegetal,

- pentru proba PI având o concentrație volumică de nanoparticule ($\Phi = 0.6$) în ulei de floarea soarelui are loc o creștere a gradului de îmbunătățire a conductivității termice de la 33.6% (la $T=30^{\circ}\text{C}$) la 52.23% (la $T=60^{\circ}\text{C}$), iar pentru proba PIII cu $\Phi = 1.14$ are loc o creștere a gradului de îmbunătățire a conductivității termice de la 38.46% (la $T=30^{\circ}\text{C}$) la 64.03% (la $T=60^{\circ}\text{C}$) ,

- fluidele magnetice în ulei vegetal de rapiță, de concentrații diferite, prezintă o scădere a gradului de îmbunătățire a conductivității cu temperatura.

- Scăderea este mai accentuată pentru probele cu concentrații volumice de nanoparticule mai mari. (PV, $\Phi = 1.2$ și PVI cu $\Phi = 1.5$) în intervalul de la 30°C la 50°C în timp ce pentru proba cu concentrație mai mică (PIV, $\Phi = 0.68$) de la 40°C la 60°C arată o creștere lentă.

determinarea proprietăților magnetice ale fluidului magnetic în ulei vegetal în funcție de concentrația fazei disperse și natura uleiului vegetal (metoda VSM) din care a rezultat că:

- toate probele de fluide magnetice au prezentat un comportament slab feromagnetic

- valorile magnetizației la saturație au fost mai mari pentru fluidele magnetice în ulei vegetal de rapiță ($M_s = 3.08$ emu/g) comparativ cu cele în ulei de floarea ($M_s = 0.79$ emu/g), la aceeași concentrație volumică de nanoparticule ($\Phi = 0.6$).

Având în vedere aceste rezultate se consideră oportună continuarea cercetărilor pe modelul de fluid magnetic pe bază de ulei rafinat de floarea soarelui, pentru realizarea prototipului de fluid magnetic în ulei vegetal ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice, urmând ca pe baza încercărilor funcționale să se stabilească concentrația optimă de nanoparticule magnetice dispersate în uleiul vegetal (ulei rafinat de floarea soarelui).

PN1611 0209-Sisteme piezoceramice anizotrope modelate compozitional si structural pentru aplicatii de tip senzor de presiune

Faza1: Studiul posibilitatilor tehnice de procesare, selectarea variantelor compozitionale. Experimentari preliminare de realizare materiale piezoceramice anizotrope tip PZT modificat.

Conform planului de realizare al proiectului și din analiza rezultatelor obținute se constată că au fost relizate toate obiectivele propuse în această etapă a proiectului.

În concluzie se poate afirma că:

- s-a realizat un studiu al posibilitatilor tehnice de procesare a materialelor PZT modificate și s-au selectat, compozitii noi de materiale piezoceramice
- au fost experimentate materiale ceramice cu anizotropie ridicata:
 - trei compozitii din sistemul $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ cu $y = 0,48$ (PZT-Fe₁); 0,58 (PZT-Fe₂) respectiv 0,42 (PZT-Fe₃)
 - sase compozitii din sistemul $(1-x)\text{Pb}(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3 - x\text{La}(\text{Fe}^{3+}_{0.5}, \text{Nb}^{5+}_{0.5})\text{O}_3$ cu $x = 0,01$ si $0,02$
- probele obtinute au fost caracterizate din punct de vedere al proprietatilor structurale, microstructurale si al proprietatilor feroelectrice, s-a constat că:

toate compozitiile de pulberi presinterizate la 870 °C respectiv 820 °C si elemente piezoceramice sinterizare la temperaturile de 1100 °C , 1150°C si 1200°C s-au format solutii solide cu structura tetragonala cu anizotropie ridicata specifica compusilor pe baza de titanatzirconat de plumb; microstructurile obtinute prin microscopie electronica demonstreaza formarea fazelor specifice structurilor tip perovskit pentru compozitiile elaborate, precum si formarea structurilor de domenii din caracterizarile de denistate si microscopie electronica rezulta ca s-au obtinut probe cu o structura relativ omogena

din curbele de histerezis se observă că toate probele sunt feroelectrice. Pentru PZT -Fe₁ si PZT -Fe₂ se observa ca temperaturile de 1100 °C, 1150 °C sunt prea mici, acesta trebuind sa fie sinterizat la o temperature mai mare, chiar peste 1200°C. Pentru PZT Fe₃ se observa ca se formeaza la 1200°C o singura faza, dar curba nu este in sa saturata. In cazul PZT -I₃ se obține o anizotropie ridicata la temperatura de sinterizare 1150°C, pe cand in cazul PZT -I₁ si PZT -I₂, temperatura trebuie sa fie mai ridicată.

Avand în vedere cele de mai sus, se consideră oportună continuarea cercetarilor pentru realizarea și caracterizarea elementelor active piezoceramice anizotrope tip PZT modificat.

PN1611 0210-Substitut osos din material ceramic pentru cranioplastie

Faza 1. Elaborare concept implant cranian pe bază de hidroxiapatită și adaptare pentru metoda de turnare sub presiune

În cadrul fazei I a proiectului principalele obiective propuse și realizate au constat în:

- elaborare concept de implant cranian pe bază de hidroxiapatită;
- proiectare instalație de turnare sub presiune pentru material ceramic pe bază de hidroxiapatită;

Se prezintă motivația cât și contextul actual (necesitatea utilizării de implanturi craniene personalizate, cu costuri cât mai mici și beneficii pentru pacienți - creșterea stării de sănătate).

În cadrul *obiectivului 1* (elaborare concept de implant cranian) sunt prezentate informații despre diversele tipuri de materiale utilizate și cerințele impuse pentru a fi utilizate la construcția implanturilor craniene, cât și despre tehnicile utilizate (tehnicile specifice domeniului materialelor ceramice, dar și tehnologiile moderne-la zi, precum prototiparea rapidă, în combinație cu softuri specializate pe calculator (CAD/CAM)) pentru realizarea de implanturi craniene.

Sunt prezentate principalele cerințe impuse implanturilor craniene, metodologiilor de urmat, cât și elemente principale ale etapei de proiectare a unui implant cranian.

În cadrul *obiectivului 2* (proiectare instalație de turnare sub presiune) a fost realizat proiectul de execuție (adaptare) instalație de turnare la cald a masei ceramice pe bază de HAp (constituie și principalul rezultat al acestei faze) , prezentat în detaliu în anexe.

Informațiile prezentate sunt susținute de o documentare amplă și la zi, constituită în capitol bibliografic cu peste 50 de referințe bibliografice.

PN1611 0211-Evaluarea duratei de viață a peliculelor de protecție polimerice sub acțiunea sinergică a factorilor de stres climatici. determinarea timpului de viață rămas pentru sistemele industriale vopsite aflate în exploatare
Faza 1: Documentare, stabilire program de încercări, pregătire și expunerea la factorii de degradare a probelor (activitățile A1 – A5)

În cadrul acestei faze s-au obținut:

- un studiu documentar privind stadiul actual al probelor de vopsele și cele două sisteme de acoperire.
- programul de încercări pentru probele de vopsele și sistemele de acoperire elaborate conform celor descrise la punctul 2.1. Au fost elaborate pelicule cu grosimea cuprinsă între 80 și 120 μm din materialele S1 – S6, iar după polimerizarea completă, au fost efectuate determinări de analiză termică (DTA–DTG–TG) și de difracție de raze X.

În urma **analizei de spectroscopie dielectrică** se constată că: din punct de vedere al conductivității acestor vopsele se poate face următoarea clasificare: S2 > S6 > P2 > P1 > S5 > S4 > S3 > S1. **Deci : dintre grunduri (S1 și S3) varianta mai conductivă este S3, dintre vopselele acrilice poliuretanică (S4 și S5) cea mai conductivă este S5, dintre vopselele tip folie (S2 și S6) cea mai conductivă este S2 și dintre vopselele depuse pe suport metalic (P1 și P2) cea mai conductivă receptura este P2**

Din **analiza termogramelor** realizate prin analiza termică se constată că la încălzirea progresivă a probelor analizate se disting două procese succesive, respectiv:

- un prim proces I de descompunere endotermă cu formare de compusi volatili (Δm – cca. 3%), la care DTG– T_{min} are tendință de creștere, ceea ce sugerează faptul că are loc și o reticulare a structurii și implicit o creștere a cristalinității materialelor investigate
- un al doilea proces complex II constând din cel puțin 3 procese elementare endo și exoterme care se suprapun și în urma cărora are loc o pierdere substanțială a masei probelor ($\Delta m > 41,8\%$).

Din analiza **spectrelor de difracție de raze X** se constată că :

- în cazul probelor de vopsea pe baza de rasini epoxidice proba S3 prezintă gradul de cristalinitate cel mai ridicat; Toate probele pe baza de rasini epoxidice prezintă peak-urile cele mai intense la valori ale unghiului 2θ cuprinse între 26 și 28°
- în cazul probelor de vopsea pe baza de rasini poliuretanică proba S6 prezintă gradul de cristalinitate cel mai ridicat; Toate probele pe baza de rasini poliuretanică prezintă peak-urile cele mai intense la valori ale unghiului 2θ cuprinse între 28 și 31°
- proba tip placută (P1) acoperită cu vopsea pe baza de rasina epoxidică prezintă un grad de cristalinitate de 73,3% și peak-ul cel mai intens este înregistrat la valoarea unghiului 2θ de 28°
- proba tip placută (P2) acoperită cu vopsea pe baza de rasina poliuretanică prezintă un grad de cristalinitate de 83,6% și peak-ul cel mai intens este înregistrat la valoarea unghiului 2θ de 27,5°

În faza următoare se vor caracteriza periodic probele expuse la acțiunea cetei saline, a radiațiilor IR a radiațiilor UV, atmosferei alpine și marine, căldurii uscate, ciclurilor termice și solicitărilor biologice. Totodată se vor determina și valorile caracteristice pentru sfârșitul duratei de viață.

PN1611 0212-Model experimental de sistem de poziționare liniară de tip "inchworm" acționat piezoelectric, cu forță activă în starea de repaus

Faza 1: Alegerea soluției constructive a sistemului de poziționare

În cadrul fazei curente (1/2016) s-a urmărit conceperea mai multor variante de soluții constructive de sistem de poziționare piezoelectric de tip "inchworm" și alegerea celei mai avantajoase. Au fost imaginat 5 variante și s-a ales o structură ce permite integrarea cu cai de rulare comerciale (ghidaje) pentru a se ușura un eventual transfer tehnologic ulterior.

PN1611 0301-Influența câmpurilor electromagnetice asupra celulei vii

Faza 1: Studii privind aplicarea câmpului electromagnetic modulată pe diferite tipuri de celule.

Obiectivul general al proiectului și obiectivele specifice acestor activități corespund și au fost realizate conform planului inițial de desfășurare a proiectului. Astfel, a fost realizat un **studiu documentar** privind aplicarea câmpului electromagnetic modulată și monitorizarea efectului pe diferite tipuri de celule și s-a elaborat un **protocol experimental** de aplicare a câmpului electromagnetic generat asupra celulei vii.

Principalele concluzii ale cercetărilor întreprinse în cadrul acestor activități sunt:

studiile realizate în ultimii ani, au arătat că impactul câmpurilor electromagnetice asupra celulelor vegetale și a microorganismelor, este selectiv în funcție de specie, intensitatea și frecvența câmpului

aplicat, forma pulsului, tipul de modulare, intensitatea magnetică și durata expunerii; acesta poate accelera, inhiba sau chiar modifica procesele de metabolism;

concluziile diverselor studii raportate în domeniu, deseori sunt contradictorii, contradicțiile rezultând, în general, din condițiile experimentale sumar sau incorect descrise/definite pentru diverse semnale perturbatoare aplicate;

în urma aplicării protocolului experimental elaborat și a prelucrării datelor experimentale, s-a constatat că pentru obținerea unor rezultate reproductibile se impune utilizarea de montaje experimentale adecvate atât pentru generarea de semnale controlate și definite în formă, frecvență și amplitudine cât și a unor dispozitive/electrozi de polarizare dispuși plan-parallel prin care să se asigure o omogenitate ridicată a distribuției liniilor de câmp în biomasa experimentată.

Faza 2: Elaborarea unui protocol experimental de aplicare a câmpului electromagnetic generat asupra materiei vii.

În baza informațiilor acumulate în cadrul acestor activități au rezultat: 2 articole în reviste indexate în baze de date internaționale BDI, 3 comunicări prezentate la 2 conferințe de profil.

4. Prezentarea rezultatelor:

4.1. Stadiul de implementare al proiectelor componente

| Denumirea proiectului | Tipul rezultatului estimat | Stadiul realizării proiectului |
|---|---|---|
| 1. PN1611 0101 Soluții constructive inovative de rotoare eoliene pentru creșterea eficienței energetice dezvoltate prin modelare la scară redusă | <p><i>Rezultate etapa I:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Studiu privind elemente de calcul și predimensionare a turbinelor eoliene pentru sisteme contrarotative, - Temă de proiect modele experimentale. <p><i>Rezultate etapa II:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Minim 3 modele experimentale de turbine eoliene individuale cu putere individuală de 20...45W, - 2 modele experimentale de turbine eoliene contrarotative. <p><i>Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului general al proiectului:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Studiu privind elemente de calcul și predimensionare a turbinelor eoliene pentru sisteme contrarotative, - Temă de proiect modele experimentale, - Proiect modele experimentale la scară redusă de rotoare eoliene, respectiv sisteme de turbine eoliene contrarotative, cu distanță fixă, respectiv reglabilă între rotoare, - Realizare modele experimentale de rotoare eoliene, respectiv sisteme de turbine eoliene contrarotative, cu distanță fixă, respectiv reglabilă între rotoare, - Caracterizarea experimentală a modelelor la scară redusă de sisteme de turbine eoliene contrarotative, cu | Până în prezent, au fost realizate rezultatele preconizate pentru atingerea obiectivelor etapelor I și II, urmând ca obiectivele generale să fie realizate până la finalizarea proiectului. |

| | | |
|---|--|---|
| | distanță fixă, respectiv reglabilă între rotoare; - Analiza rezultatelor experimentale și a condițiilor de transpunere a acestora la scară. | |
| PN1611 0102 MASINA ELECTRICA CU SOLUTIE INOVATIVA A GEOMETRIEI TRANSVERSALE SI RANDAMENT RIDICAT | Produs atestat | Executie model experimental |
| PN1611 0103 Soluții inovative, cu eficiență energetică ridicată, pentru frânarea trolilor de foraj | <u>Studiu</u> privind determinarea cantitatii de energie termica, degajate in timpul saparii sondelor, de frana disc si frana cu curenti turbionari; <u>Documentatie</u> frana disc, ca frana de serviciu pentru un troliu de foraj reprezentativ, de mare putere; Analiza variantei optime a franei auxiliare: frana cu curenti turbionari, respectiv frana hidromata; <u>Proiect tehnic</u> pentru un troliu de foraj de mare putere, cu franare recuperativa, actionat cu motoare electrice, asincrone, ca parte principala a instalatiei de forat sonde si gaze. <u>Articol intr-o revista indexata BDI sau ISI</u> , cu privire la calculul cantitatii de energie termica degajate in timpul forarii unei sonde de titte si gaze; in prezent este disipata in mediul inconjurator si nu este recuperata; cerere de <u>Brevet de inventie privind solutie constructiva</u> , troliu de foraj, de mare putere, cu frana recuperativa; fabricarea acestuia ar constitui o premiera pentru industria romaneasca de profil. | F1. <u>Elemente de calculul energiei termice</u> degajate în procesul de frânare pentru frâna principala, frâna auxiliară și pentru motoarele electrice asincrone de acționare F2. <u>Soluție tehnică pentru frana disc</u> , ca frana principala, care echipeaza trolile de mare putere |
| PN1611 0104. Sistem criogenic de obtinere a regimului termic de lucru pentru bobinele supraconductoare multipolare ale electromagnetilor "booster" utilizati in acceleratoarele de particule NICA – PN 16.11.01.04 | -Prototip sistem criogenic de racire bobine supraconductoare | Elaborare desene executie prototip. |
| 3.PN1611 0105 Impactul centralelor | Rezultate faza I Realizarea a două standuri | Până în prezent, au fost realizate rezultatele preconizate |

| | | |
|---|--|--|
| <p>electrice fotovoltaice asupra calității energiei electrice în rețelele de distribuție de joasă tensiune</p> | <p>experimentale destinate achiziției parametrilor de funcționare a centralei electrice fotovoltaice din cadrul ICPE-CA; Studiu privind prelucrarea și interpretarea datelor înregistrate. Rezultate faza II Testarea modulelor fotovoltaice pentru diferite condiții de funcționare. Testarea invertorului solar pentru diferite condiții de funcționare. Analiza și interpretarea rezultatelor obținute. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului Bază de date cu privire la indicatorii de calitate a energiei electrice produse de centralele fotovoltaice. Instrucțiuni și recomandări corespunzătoare utilizării energiei produse de centralele fotovoltaice. Soluție de management energetic în vederea stabilirii priorității în alimentarea consumatorilor casnici.</p> | <p>pentru atingerea obiectivelor fazelor I și II, urmând ca obiectivele generale să fie realizate până la finalizarea proiectului.</p> |
| <p>PN 16110106 Soluții constructive inovative privind proiectarea și realizarea turbinelor hidraulice cinetice</p> | <p>Modele experimentale de turbine hidraulice</p> | <p>Etapa 1 – realizată. Studiul, proiectarea și simularea modelelor experimentale de turbine cinetice la scară redusă. Urmează ca obiectivele generale să fie realizate până la finalizarea proiectului.</p> |
| <p>PN 16110107 Realizarea unei instalații inovative de foraj hidrogeologic cu acționare hidraulică a sistemului de manevră și acționare mecanică a capului de foraj</p> | <p><u>Proiectarea</u> instalației de foraj hidrogeologic cu acționare hidraulică a sistemului de manevră și acționare mecanică a capului de foraj, cu adâncimea de lucru Hmax=125m. <u>Realizarea prototipului</u> instalației ușoare de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m, Realizarea prototipului instalației ușoare de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m, cu acționare hidraulică a sistemului de manevră și avans și acționare mecanică a capului de foraj, de la un motor cu ardere internă. Instalația de foraj propusă, cu adâncimea de lucru Hmax=125m, va fi subiectul unui <u>Brevet de Model Industrial</u>.</p> | <p>F1. <u>Proiectare instalația de acționare hidraulică</u> pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m F2. <u>Proiectarea structurii de rezistentă</u> a instalației de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m (Mast cu sistemul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, acționat hidraulic, și suport baza instalație de foraj, sistem de transport manual); F3. <u>Proiectarea capului de foraj</u>, a prăjinilor de foraj, a broaștei cu pene, a setului de sape de foraj și a manifoldului pompei de foraj pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m</p> |
| <p>PN 16110108 Algoritmi genetici pentru</p> | <p>Rezultate faza I Studiu privind utilizarea algoritmilor</p> | <p>Până în prezent, au fost realizate rezultatele preconizate</p> |

| | | |
|---|---|---|
| optimizarea dispozitivelor electromagnetice | genetici in ingineria electrica. Dezvoltare algoritmi de optimizare bazați pe algoritmi genetici | pentru atingerea obiectivelor fazei I, urmând ca obiectivele generale să fie realizate până la finalizarea proiectului. |
| PN 16110109 Implementarea principiului de foraj în tufă pentru instalații de foraj staționare , cu deplasare în pași, cu instalația complet montată (RIG WALKINGS SYSTEMS DRILLING EQUIPMENT) | <u>Analiza principiului de deplasare a instalației de foraj în tufă</u> pas cu pas cu ajutorul mecanismelor de deplasare, care includ un cric hidraulic și doi cilindri hidraulici pentru deplasare; Realizarea documentațiilor tehnice pentru subansamblele reprezentative ale instalației de foraj. <u>Proiect tehnic</u> pentru echipamentele reprezentative ale instalației de foraj găuri multiple (în tufă) transportabilă în bloc pas cu pas cu sisteme hidraulice speciale de ridicare și deplasare F 320 EA / DEA care poate foră sonde de țitei și gaze până la adâncimea de 5000 m sau în limita sarcinii maxime la cârlig de 3200 kN. <u>Diseminarea rezultatelor în reviste indexate BDI sau ISI.</u> | F1. <u>Studiu de analiză</u> a principiului de deplasare a instalației pas cu pas, indiferent de direcție, de la o gaură la alta în stare complet asamblată cu mastul și substructura. F2: <u>Proiect tehnic</u> pentru realizarea săniilor longitudinale și transversală ale substructurii instalației F320 EA/DEA adaptate la mecanismele de deplasare pas cu pas. |
| PN 16110110 „Senzor izotrop pentru măsurarea poluării electromagnetice - câmp magnetic și electric - în zonele afectate de transportul și distribuția energiei electrice” | - realizare senzor izotrop pentru măsurarea câmpului electromagnetic; - calibrare/etalonare senzor izotrop pentru măsurarea câmpului electromagnetic; - sensibilitatea în câmp magnetic a senzorului: 1.5 V/μT; - sensibilitatea în câmp electric a senzorului: 10 mV/m. | - Studiu și concepție pentru senzor izotrop pentru câmp magnetic/electric 50 Hz cu elemente de proiectare; - Formule originale privind corelația între defazaj și distanța sursă - senzor. |
| PN 16110111 Sistem informatic pentru managementul flexibil și adaptiv al documentațiilor tehnice de utilaj petrolier | <u>Realizarea unei baze de biblioteci digitale</u> cuprinzând echipamentele reprezentative ale instalațiilor de foraj-extracție, grupate după rolul funcțional, astfel: <u>Construcții metalice</u> (turle, masturi, substructuri) din componența instalațiilor de foraj staționare reprezentative - F200, F250, F320 și transportabile F125, F150, F250, cu acționare Diesel sau electrică; <u>Trolii de foraj</u> , componenta principală a sistemului de manevră al instalațiilor de foraj; <u>Geamblacuri și macarale cârlig</u> , echipamente din cadrul sistemului de manevră; <u>Mese rotative, capete hidraulice</u> , componente ale sistemului de rotire. Rezultate: Sistem de manevră (troliu | F1. <u>Sistematizarea și modulizarea construcțiilor metalice</u> din componența instalațiilor de foraj reprezentative, cu simulare 3D. F2. <u>Sistematizarea și modulizarea troliilor de foraj din cadrul sistemului de manevră</u> al instalațiilor de foraj reprezentative. |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>de foraj, geamblac, macara cârlig); Construcții metalice (turle, masturi, substructuri); <i>Sistem de rotire</i> (masa rotativă, cap hidraulic); Sistemul este modular și flexibil și va permite reprezentarea <u>în 3D</u> și simularea încărcărilor la care aceste echipamente pot fi supuse în timpul funcționării.</p> | |
| <p>PN 16110112- „Actuatori magnetostrictivi pentru exploatarea zăcămintelor sărăcite.”, în cadrul fazei nr. 1 / 2016, „Proiectarea unui stand-poligon de laborator pentru experimentarea la scara a exploatarei zăcămintelor sărăcite utilizind metoda ultrasonica cu actuatori magnetostrictivi. Realizarea unor actuatori magnetostrictivi cu putere de 1 kW”.</p> | <p>Studiu proiect privind realizarea unui micropoligon de experimentare</p> | <p>A fost efectuată o singură fază în 2016</p> |
| <p>PN 16110113 Soluii performante de crestere a rezistentei la uzura a componentelor cuplei de frecare rotor–stator a pompelor cu cavitati progresive</p> | <p><i>Identificarea si analiza proceselor de uzare</i> din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavitati progresive, identificarea formei constructive optime a statorului si a materialelor care contribuie la cresterea performantelor pompelor; <i>Metode de reducere a uzurii</i> cuplei de frecare rotor –stator a pompelor cu cavitati progresive ; <i>Elaborarea unui sistem de proceduri</i> de încărcare cu aliaje dure a subansambului rotor prin procedeul HVOF si a selectiei elastomerilor in scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor-stator a pompelor cu cavitare progresivă. <i>Elaborarea unor soluții constructive</i> pentru cupla rotor – stator adecvate diferitelor condiții de exploatare <i>Proiecte tehnice</i> pentru pompele cu cavități progresive 27/8 in.</p> | <p>F1. <u>Identificarea si analiza proceselor de uzare</u> din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive, identificarea formei constructive optime a statorului si a materialelor care contribuie la creșterea performantelor pompelor</p> <p>F2. <u>Elaborarea unui sistem de proceduri de încărcare</u> cu aliaje dure a subansambului rotor prin procedeul HVOF si a selectiei elastomerilor in scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor-stator a pompelor cu cavitare progresivă.</p> |
| <p>PN 16110114 Creșterea eficienței forajului sondelor de hidrocarburi prin implementarea sistemului</p> | <p>Aplicarea programelor de lucru elaborate la utilizarea sistemului de foraj cu derivația închisă; Elaborarea planului de amplasare a echipamentelor specifice sistemului</p> | <p>F1. <u>Studiu</u> privind posibilități de eficientizare ecologică a exploatării sondelor de gaze din zăcăminte epuizate.</p> |

| | | |
|--|---|--|
| <p>de foraj cu derivația închisă</p> | <p>de foraj cu derivația închisă în cadrul instalației de foraj de fabricație românească, pentru fiecare variantă aplicată; Îmbunătățiri aduse echipamentelor de suprafață, specifice sistemului de foraj cu derivația închisă. Rezultatul final al temei constă în elaborarea unor <u>soluții tehnice</u> originale pentru realizarea echipamentelor specifice sistemului de foraj cu derivația închisă, care completează instalațiile de foraj, cu aplicație la sondele de foraj pentru hidrocarburi, în vederea creșterii adâncimii de foraj, traversarea zonelor necompatibile din sondă și neafectarea straturilor productive la deschiderea lor prin foraj. Contribuții originale pentru echipamentele suplimentare necesare aplicării sistemului de foraj cu derivația închisă se referă la conducta de derivație, separatorul centrifugal tetrafazic și la modul de eliminare al detritusului din separator.</p> | <p>F2. <u>Proceduri de lucru</u> și mod de operare pentru implementarea tehnologiilor de foraj la subechilibru și foraj cu presiune controlată în sondă, în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă.</p> |
| <p>PN1611 0201- Magneți permanenți bazați pe interacțiuni de schimb în sistemele oxidice</p> | <p>Studiu experimental privind sinteza sistemelor oxidice nanostructurate, de tip fază dură / fază moale;</p> <p>Studiu experimental privind caracterizarea complexă a pulberilor magnetice monodisperse și a compozitelor bifazice;</p> <p>6 Modele experimentale de nanocompozite magnetice durificate prin interacție de schimb în sistemul</p> | <p>S-au derulat primele două faze ale proiectului, fiind indeplinite obiectivele specifice ale etapelor.</p> |
| <p>PN1611 0202 „Supercapacitor cu electrozi din material electroactiv pe bază de materiale grafenice”</p> | <p>Dezvoltarea unui model demonstrativ de supercapacitor utilizând ca material pentru electrozi materiale grafenice și/sau polimeri conductori.</p> | <p>- 6 variante experimentale de materiale grafenice (oxizi grafenici) prin sinteză chimică caracterizate din punct de vedere morfo-structural prin difracție de raze X, microscopie electronică de baleiaj (SEM), microscopie de forță atomică (AFM), spectrometrie Raman și spectrometrie IR (Etapa 1/2016);</p> <p>- 2 variante experimentale de materiale grafenice (grafene) prin depunere chimică din fază</p> |

| | | |
|---|--|--|
| | | <p>de vapori (CVD) caracterizate din punct de vedere morfo-structural prin difracție de raze X, microscopie electronică de baleiaj (SEM), microscopie de forță atomică (AFM), spectrometrie Raman și spectrometrie IR (Etapa 1/2016);</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 tipuri de materiale grafenice electroactive de tip oxid grafenic redus pornind de la două tipuri de grafit ca substrat de oxidare (Etapa 2/2016); - 3 modele experimentale de electrod pe bază de material grafenic electroactiv caracterizate din punct de vedere al performanțelor materialelor electroactive elaborate ca electrod negativ în supercapacitor (Etapa 2/2016). |
| <p>PN 16 11 02 03 / 2016 - Obținerea de conductori pe bază de microfibre cu nanotuburi carbonice</p> | <p>-vor fi realizate și testate a două instalații de filare umedă și una de filare uscată destinate obținerii de microfibre cu nanotuburi carbonice</p> <p>-modele experimentale si functionale de fibre macroscopice pe baza de CNT obtinute prin filare umedă și uscată cu rezistivitate electrică îmbunătățită, $10^{-2} \text{ } \Omega/\text{cm}$;</p> <p>-modele experimentale si functionale de microfibre cu nanotuburi carbonice, conductive, ușoare și rezistente mecanic cu rezistivități electrice cuprinse în domeniul $10^{-2} \text{ } \Omega 10^{-6} \text{ } \Omega/\text{cm}$.</p> <p>-microfibre tratate cu iod pentru creșterea densității și conductivității electrice. prototip de cablu din microfibre carbonice cu CNT având $1/6$ din greutatea unui cablu echivalent din cupru, cu lungimea de min. 1 m și o rezistivitate electrică de <i>min.</i> $10^{-2} \text{ } \Omega/\text{cm}$.</p> <p>-buletine de caracterizare structurala, fizico-chimica, mecanica si electrica;</p> <p>-articole ISI;</p> <p>-cel puțin 1 cerere de brevet de invenție pentru noul material dezvoltat și 1 una pentru procedeul de realizare.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - a fost elaborat un studiu privind obținerea de conductori pe bază de microfibre cu nanotuburi carbonice - au fost elaborate două tehnologii de obținere a microfibrelelor carbonice cu nanotuburi carbonice prin filare umedă și u prin filare uscată; - au fost elaborate două proiecte de execuție privind obținerea de conductori pe bază de microfibre cu nanotuburi carbonice - au fost realizate două instalații experimentale de obținerea de conductori pe bază de microfibre cu nanotuburi carbonice. |
| <p>PN 16 11 02 04</p> | <p>F1. Experimentari de obtinere aliaje</p> | <p>1- Un studiu documentar</p> |

| | | |
|------------------------------|--|--|
| | <p>ultradure si caracterizarea acestora</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Studiu documentar 2. Modele experimentale 3. Rapoarte de analiza | <p>succint privind principalele aspecte stiintifice care stau la baza formarii acestor grupuri de aliaje ultradure, metodele de obtinere si caracterizare si aplicatiile posibile ale acestor aliaje, pe baza caruia au fost stabilite compozitiile chimice de materiale, metodele de procesare care vor fi utilizate si tipurile de caracterizari care vor fi efectuate;</p> <ol style="list-style-type: none"> 2- 2 ME de aliaje ultradure de tip AHSS obtinute prin turnare in matrita de cupru; 3- 4 ME de aliaje ultradure de tip AHSS obtinute prin sinterizare din pulberi de aliaj; 4- 2 ME de aliaje de tip HEA obtinute prin turnare in matrita de cupru; 5- 4 ME de aliaje de tip HEA obtinute prin sinterizarea amestecurilor aliate mecanic; <p>4 Rapoarte de analiza privind caracterizarea fizica, microstructurala, fazica si mecanica a aliajelor obtinute;</p> |
| <p>PN 16 11 02 04</p> | <p><i>F2</i> Tratamente termice si caracterizare materiale obtinute</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Studiu stiintific si experimental pentru determinarea parametrilor de tratamente termic prin DSC pentru aliajele AHSS 2. Studiu stiintific privind tipurile de transformari de faza care au loc in aliajele ultradure de tip HEA; 3. ME de aliaje ultradure de tip AHSS obtinute prin turnare in matrita de cupru, si sinterizare tratate termic; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Studiu stiintific si experimental pentru determinarea parametrilor de tratamente termic prin DSC pentru aliajele AHSS 2. Studiu stiintific privind tipurile de transformari de faza care au loc in aliajele ultradure de tip HEA; 3. 2 ME de aliaje ultradure de tip AHSS obtinute prin turnare in matrita de cupru tratate termic; 4. 3 ME de aliaje ultradure de tip AHSS obtinute prin sinterizare din pulberi de aliaj tratate termic; 5. 2 ME de aliaje de tip HEA obtinute prin turnare in matrita de cupru tratate termic; 6. 4 ME de aliaje de tip HEA obtinute prin sinterizarea amestecurilor aliate mecanic tratate termic; |
| <p>PN 16 11 02 05</p> | | <p>- A fost realizat un studiu</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p><i>“Filtre pe bază de micro/nanofibre polimerice obținute prin electrofilare”</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> - Studiu privind identificarea configurației stratului micro/nanofibros în funcție de aplicație (filtrarea aerului/apei) - Dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri - Modelarea câmpului electric | <p>documentar privind utilizarea micro/nanofibrelor polimerice obținute prin electrofilare în aplicațiile de filtrare a aerului sau soluțiilor, mecanismele de filtrare, caracteristicile materialelor filtrante, precum și identificarea unei configurații pentru un filtru pe bază de micro/nanofibre polimerice cu aplicații în filtrarea aerului sau a soluțiilor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Au fost dezvoltate straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri (PS, EPS, PVC și PMMA). - Au fost stabiliți parametrii procesului de electrofilare pentru obținerea de straturi polimerice micro/nanofibroase depuse pe folie de aluminiu utilizând soluții polimerice de PS, EPS, PVC și PMMA. - S-a realizat modelarea câmpului electric. |
| <p>PN 16 11 02 05 <i>“Filtre pe bază de micro/nanofibre polimerice obținute prin electrofilare”</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate | <ul style="list-style-type: none"> - Au fost dezvoltate straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând polistiren expandat și polistiren expandat aditivat cu ciclodextrină. - S-a realizat caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate: prin microscopie electronică de baleiaj (SEM); determinarea unghiului de contact al straturilor polimerice de nanofibre în vederea determinării caracterului hidrofil sau hidrofob al acestora; determinarea rezistenței la rupere prin întindere și a alungirii.; caracterizate prin spectroscopie FTIR. - S-a realizat o testare calitativă a absorbției fenolftaleinei pe straturile polimerice din polistiren expandat aditivat cu β-ciclodextrină. Evaluarea absorbției fenolftaleinei în stratul polimeric s-a realizat prin spectroscopia FTIR a |

| | | |
|---|--|--|
| | | eșantioanelor polimerice după imersarea acestora în soluții și prin determinarea absorbanței în UV-Vis a fenoltaleinei. |
| PN1611 0206 Magneți permanenți cu anizotropie de forma, realizați din micro/nanofire | <ul style="list-style-type: none"> - modelări ale proceselor de magnetizare - modele experimentale și funcționale de MP - prototip de material și specificație tehnică pentru materialul dezvoltat; - material certificare; - articole ISI. - <i>un demonstrator de Magnet permanent pe baza de microfire/nanofire având următoarele proprietăți: $B_r \geq 1$ T, $B_s \geq 1,2$ T, $H_c \geq 10$ kA/m</i> . Rezultate brevetabile: - soluția de magnet permanent pe baza de micro și nano fire magnetice moi | S-au derulat primele două faze ale proiectului, fiind îndeplinite obiectivele specifice ale etapelor. |
| PN 16 11 0207 | Model experimental de material | studiu |
| PN1611 0208 Fluide magnetice pe bază de uleiuri vegetale ecologice, pentru aplicații ca agenți de răcire cu eficiență energetică crescută în echipamente electroenergetice și industriale | Certificare prototip fluid magnetic în ulei vegetal ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale | Modele de laborator de fluide magnetice în uleiuri vegetale, ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale Model demonstrativ fluid magnetic în ulei vegetal ca agent de răcire pentru echipamente electroenergetice sau aplicații industriale |
| PN1611 0209 Sisteme piezoceramice anizotrope modelate compozițional și structural pentru aplicații de tip senzor de presiune | (studiu proiect, prototip, tehnolog, etc., alte rezultate) Studiul posibilităților tehnice de procesare, selectarea variantelor compoziționale. Experimentări preliminare de realizare materiale piezoceramice anizotrope tip PZT modificat | <ul style="list-style-type: none"> - un studiu al posibilităților tehnice de procesare a materialelor anizotrope tip PZT modificat; - noua compoziții noi de materiale piezoceramice de tip PZT modificat și anume: trei compoziții din sistemul $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)_{0,99}\text{Fe}_{0,01}\text{O}_3$ cu $y = 0,48$ (PZT-Fe₁); 0,58 (PZT-Fe₂) respectiv 0,42 (PZT-Fe₃) și șase compoziții din sistemul $(1-x)\text{Pb}(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3 - x\text{La}(\text{Fe}^{3+}_{0,5}, \text{Nb}^{5+}_{0,5})\text{O}_3$ cu $x = 0,01$ și 0,02; |
| PN1611 0210 | A fost realizat proiectul de execuție (adaptare) instalație de turnare la cald a masei ceramice pe bază de HAP (constituie și principalul rezultat al | |

| | | |
|---|---|--|
| | acestei faze). | |
| <p>PN1611 0211 Evaluarea duratei de viață a peliculelor de protecție polimerice sub acțiunea sinergică a factorilor de stres climatici. Determinarea timpului de viață rămas pentru sistemele industriale vopsite aflate în exploatare</p> | <p>studiu, program de incercari si teste initiale</p> | <p>Finalizata Etapa 1</p> |
| <p>PN1611 0212 Model experimental de sistem de pozitionare liniara de tip "inchworm" actionat piezoelectric, cu forta activa in starea de repaus</p> | <p>Studiu privind: „Alegerea solutiei constructive a sistemului de pozitionare”</p> | <p>Proiectul se desfășoară conform schemei de realizare, fiind atins obiectivul etapei curente. În această primă fază s-a propus identificarea unei soluții constructive care să satisfacă cerințele specificate în propunere: domeniu de deplasare mai mare de 200mm, poziționare submicrometrică, menținerea forței de acționare în lipsa alimentării, acționare cu actuatori de tip piezoelectric și sistem de pășire de tip inchworm. A fost realizat un studiu asupra stării curente de dezvoltare, au fost imaginate cinci soluții constructive pentru sisteme de indexare dintre care a fost ales unul care permite o realizare cât mai ușoară a dezideratelor menționate, s-a făcut un calcul estimativ în urma căruia au rezultat parametrii principali ai actuatorilor piezoelectrice ce vor fi utilizați, s-a realizat o simulare numerică a principalei structuri mecanice pentru a se verifica dacă aceasta poate îndeplini rolul preconizat. A fost elaborat studiul "Alegerea solutiei constructive a sistemului de pozitionare".</p> |
| <p>PN1611 0301 Influența câmpurilor electromagnetice asupra celulei vii</p> | <p>Studiu Protocol experimental</p> | <p>Obiectivul general al proiectului cat si obiectivele specifice activităților desfășurate corespund si au fost realizate conform planului inițial de desfășurare a proiectului.</p> |

4.2. Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea:

| Tip | Nr. ... realizat in 2016 |
|--|--------------------------|
| Documentații | 10 |
| Studii | 32 |
| Lucrări | 27 |
| Planuri | 1 |
| Scheme | |
| Altele asemenea (<i>se vor specifica Model conceptual, desene de executie</i>) | 1+1 |
| ME | 32 |
| proiecte | 3 |
| Protocol | 1 |
| Proceduri | 5 |

Din care:

1. Studiu și concepție pentru senzor izotrop pentru câmp magnetic/electric 50 Hz cu elemente de proiectare.
2. "Studiu experimental privind obținerea de materiale grafenice prin sinteză chimică și/sau depunere chimică din fază de vapori (CVD)".
3. "Studiu experimental privind realizare de materiale electroactive pe bază de materiale grafenice și caracterizarea din punct de vedere al performanțelor ca electrod negativ"
4. „Studiu privind identificarea configurației stratului micro/nanofibros în funcție de aplicație (filtrarea aerului/appei); dezvoltarea de straturi micro/nanofibroase electrofilate utilizând diverse tipuri de polimeri; modelarea câmpului electric"
5. „Studiu privind caracterizarea morfo-structurală și funcțională a straturilor micro/nanofibroase electrofilate"
6. Studiu documentar privind stadiul cercetarilor in domeniul materialelor multiferoice)
7. "Esantioane sub forma de disc din materiale multiferoice realizate"
8. Un program de incercari
9. studiul "Alegerea solutiei constructive a sistemului de pozitionare".
10. Studiu privind aplicarea campului electromagnetic modulat pe diferite tipuri de celule)
11. Un Protocol experimental: (Protocol experimental de aplicare a câmpului electromagnetic generat asupra celulei vii)
12. DOCUMENTATIE EXECUTIE MODEL EXPERIMENTAL.MODELARE GEOMETRICA A MASINII ELECTRICE
13. STUDIU: EVALUAREA STADIULUI TEHNIC PRIVIND EFICIENTIZAREA MASINILOR ELECTRICE
14. PREDIMENSIONARE MODEL EXPERIMENTAL. REALIZARE MODEL EXPERIMENTAL
15. Proiectare instalația de acționare hidraulică pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m. Cod proiect: PN 16 110107/2016;
16. Proiectarea structurii de rezistență a instalației de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m (Mast cu sistemul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, acționat hidraulic, și suport baza instalație de foraj, sistem de transport manual). Cod proiect: PN 16 110107/2016;
17. Proiectarea capului de foraj, a prăjinilor de foraj, a broaștei cu pene, a setului de sape de foraj și a manifoldului pompei de foraj pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru Hmax=125m. Cod proiect: PN 16 110107/2016;
18. Proiect tehnic pentru realizarea săniilor longitudinale și transversală ale substructurii instalației F320 EA/DEA adaptate la mecanismele de deplasare pas cu pas. Cod proiect: PN 16 110109/2016.
19. Studiu privind determinarea cantitatii de energie termica, degajate in timpul saparii sondelor, de frana disc si frana cu curenti turbionari; Cod proiect: PN 16 110103/2016;
20. Soluție tehnică pentru frana disc, ca frana principala, care echipeaza trolile de mare putere Cod proiect. Cod proiect: PN 16 110103/2016;
21. Studiu de analiză a principiului de deplasare a instalației pas cu pas, indiferent de direcție, de la o gaură la alta în stare complet asamblată cu mastul și substructura. Cod proiect: PN 16 110109/2016;

- 22.Studiu privind sistematizarea și modulizarea construcțiilor metalice din componența instalațiilor de foraj reprezentative, cu simulare 3D. Cod proiect: PN 16 110111/2016;
- 23.Studiu privind sistematizarea și modulizarea troliilor de foraj din cadrul sistemului de manevră al instalațiilor de foraj reprezentative. Cod proiect: PN 16 110111/2016;
- 24.Identificarea și analiza proceselor de uzare din cupla de frecare rotor – stator a pompelor cu cavități progresive, identificarea formei constructive optime a statorului și a materialelor care contribuie la creșterea performanțelor pompelor. Cod proiect: PN 16 110113/2016;
- 25.Studiu privind posibilități de eficientizare ecologică a exploatarea sondelor de gaze din zăcăminte epuizate. Cod proiect: PN 16 110114/2016;
- 26.Proceduri de încărcare cu aliaje dure a subansamblului rotor prin procedeul HVOF și a selecției elastomerilor în scopul reducerii uzurii cuplei de frecare rotor-stator a pompelor cu cavitare progresivă. Cod proiect: PN 16 110113/2016;
- 27 Proceduri de lucru și mod de operare pentru implementarea tehnologiilor de foraj la subechilibru și foraj cu presiune controlată în sondă, în cadrul sistemului de foraj cu derivația închisă. Cod proiect: PN 16 110114/2016;
28. Procedură - Tehnologia încărcării prin Pulverizare Cu HVOF;
29. Procedură – Pudra Carbura de Wolfram -Cobalt -Aglomerată și Sinterizată;
- 30.Procedură – Pudra: Carbura de Wolfram -Cobalt – Crom -Aglomerată și Sinterizată;

4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul (2016):

| Nr. | Titlul articolului | Numele Jurnalului, Volumul, pagina nr. | Nume Autor | Anul publicării | Scorul relativ de influență al articolului | Numărul de citări ISI |
|-----|--|---|--|-------------------------|--|-----------------------|
| 1. | Synthesis and Characterization of Antireflective ZnO Nanoparticles Coatings Used for Energy Efficient Silicone Solar Cells | Journal of Photovoltaics | Chițanu Elena, Lucian Pîslaru-Dănescu, Lucia-Andreea El-Leathey, Dorian Marin, Virgil Marinescu, Gabriela Sbârcea | Transmis spre publicare | - | - |
| 2. | Contact Analysis between the Rotor end the Stator of a Progressive Cavity Pump | Petroleum –Gas University of Ploiești Bulletin, Technical Series/ Buletinul Universității Petrol - Gaze din Ploiești, TECHNICAL Series, Volumul LXVIII, No 1/2016, Journal INFO (ISSN 1224 – 8495) | Mitrașcă Nușa, Vlad Ulmanu, Alexandru Pupăzescu 113 | 2016 | | |
| | | | | | | |

4.2.2. Lucrări/comunicări științifice publicate la manifestări științifice (conferințe, seminarii, worksopuri, etc):

| Nr. crt. | Titlul articolului, Manifestarea științifică, Volumul, Pagina nr. | Nume Autor | An apariție | Nr. citări ISI |
|----------|---|---|-------------|----------------|
| 1. | <i>A review on counter-rotating wind turbines development</i> , Conferința de inginerie energetică, | OPRINA Gabriela, CHIHAIA Rareș-Andrei, EL-LEATHEY Lucia-Andreea, NICOLAIE Sergiu, BĂBUȚANU Corina, VOINA Andreea | 2016 | |
| 2 | Analiza numerica 3d a unui generator cu magneti permanenți cu flux axial | Tiberiu Tudorache, Ion trifu, Popescu Mihail | 2016 | |
| 3 | Analiza numerica a unei masini sincrone cu magneti permanenți cu flux axial fara jug statoric | Melcescu Leonard, Tiberiu Tudorache, Popescu Mihail | 2016 | |
| 4. | Bobine Supraconductoare pentru Acceleratoare de Particule si Sistemul Criogenic de Racire al Acestora SIMPOZIONUL DE MAȘINI ELECTRICE SME'16 – 11 Noiembrie, UPB, Bucuresti, 2016, http://www.sme.pub.ro/Programul%20SME%202016.pdf | Ion DOBRIN, Alexandru M. MOREGA, Dan ENACHE, Andrei DOBRIN, Iuliu POPOVICI, Ștefania ZAMFIR | 2016 | |
| 5. | <i>The Depression Produced by Impellers and the Similarity Problem</i> , Innovative Manufacturing Engineering & Energy International Conference (IManEE 2016), 23-25 sept. 2016 | L. Mândrea, C. A. Băbuțanu, G. Oprina, G. Militaru | 2016 | - |
| 6. | <i>Assessing the blade chord length influence on the efficiency of a horizontal axis hydrokinetic turbine</i> , Proceedings of 2016 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX | Rareș-Andrei CHIHAIA ¹ , Gabriela OPRINA ¹ , Sergiu NICOLAIE ¹ , Andreea EL-LEATHEY ¹ , Corina BABUTANU ¹ , Adrian NEDELICU ¹ | 2016 | - |
| 7. | ASPECTE TEORETICE SI EXPERIMENTALE PRIVIND REGIMUL DINAMIC AL CONTACTULUI MECANIC LA MOTORUL MAGNETOSTRICTIV ROTATIV *INCDIE ICE CA, **UPB-Facultatea de Inginerie Electrica/Lucrare prezentată in plen si aparuta in volumul SME2016/pe disc/11.noiembrie 2016 | Autori ; Mircea Ignat*, Alexandru Dalea**, Neculai Galan**, *INCDIE ICE CA, **UPB-Facultatea de Inginerie Electrica | 2016 | - |
| 8. | „ <i>Synthesis of Hard Magnetic Nanocomposites based on Exchange Interaction in Oxidic Systems</i> ”, a 11-a editie a International Cnference on Physics of Advanced Materials, ICPAM Cluj, Romania | E. Chitanu, M. M. Codescu, W. Kappel, D. Patroi, E. Manta | 2016 | - |
| 9. | „ <i>Exchange Hardened Ferrimagnetic Nanocomposites</i> ” la conferinta “Zilele Academiei de Stiinte Tehnice din Romania” ZASTR – 2016, Tg. Mures, Romania | M.M. Codescu, W. Kappel, E. Chitanu, E. Manta | 2016 | - |

| | | | | |
|-----|--|--|------|---|
| 10. | “GRAPHENE NETWORK INVESTIGATION BY RAMAN SPECTROSCOPY”, 3rd International Conference on Analytical Chemistry (ROICAC'2016), Iasi, Romania, 28–31 august 2016 | Cristina BANCIU, Adela BĂRA, Marius LUNGULESCU, Lucia LEONAT | 2016 | - |
| 11. | “Synthesis and Characterization of Hydrophobic Fe ₃ O ₄ Nanoparticles Functionalized with Triphenylphosphine”, 10 th International Conference on Photoexcited Processes and Applications, P132 | T. Malaeru, G.Georgescu, E.A. Patroi, M. Eugen, C. Morari | 2016 | |
| 12 | Evaluation of lab scale nano-hydroxyapatites for lead ions removal from aqueous solutions, A XII-a Conferință de Știința și Ingineria Materialelor Oxidice - CONSILOX, 16-21 Septembrie, 2016, Sinaia, Romania, Abstract Book, ISSN 2285-6145, pg. 87-88, poster nr. 35. | Christu Țârdei, C.M. Simonescu, Cristian Onose, B.A Sava, L. Boroica, D. Tălpeanu, B.G. Sbârcea | 2016 | |
| 13 | Corrosion properties of titanium–hydroxyapatite nanocomposites in simulated body fluid and artificial saliva environments, al 10-lea workshop international de compatibilitate electromagnetică CEM 2016. Craiova - România 14 - 16 Septembrie 2016, Vol. Book of Abstracts, pag.32-33, ISSN 2537-222X, ISSN - L 2537-222X | Dorinel Tălpeanu, Anca Cojocaru, George Costin Lazăr, Raluca Ioana ZAMFIR (Andronic), Christu Țârdei, Delia Pătroi | 2016 | |
| 14 | „Comparative study about the thermal stability and UV resistance of some commonly used PPG paint layers” Conferinta internationala VEKOR 19-21 aprilie 2016, Balaton, Ungaria. | T.Rus, D.I.Vaireanu, A.Caramitu , S.Mitrea | 2016 | 0 |
| 15 | "Resistance to microbiological, deterioration of some paints materials"-Conferinta internationala VEKOR 19-21 aprilie 2016, Balaton, Ungaria. | R.Elena, J. Lingvay, A. Caramitu | 2016 | 0 |
| 16 | „ The durability of corrosion protection layers from the electroenergetical installations” Prezentat la A 22-a Conferință de Inginerie Energetică CIE 2016 2-4 iunie 2016 | Alina CARAMITU , Andreea VOINA, Traian RUS, Iosif LINGVAY | 2016 | 0 |
| 17 | „Comparative study about the thermal stability and UV resistance of some paint layers for electro-energetic equipments” Publicata la International Conference DEMISEE | T. Rus, A. Caramitu , S. Mitrea, I. Lingvay | 2016 | 0 |

| | | | | |
|----|---|--|-----------------------|--|
| | 2016 Diagnostic of Electrical Machines and Insulating Systems in Electrical Engineering 20 – 22.06.2016 | | | |
| 18 | The influence of the electromagnetic field on the physiology of <i>Aspergillus niger</i> cells”, CEM 2016, Book of Abstracts, pag. 32, ISSN 2537-222X, ISSN-L 2537-222X | Radu E., Chifiriuc M. C., Saviuc (Kamerzan) C., Voina A. | 14-16 Septembrie 2016 | |
| 19 | Modulation of the antibiotic susceptibility profiles of some microbial strains isolated from wastewater under the influence of the electromagnetic field, SIMI 2016 | Radu E., Marinescu F., Savin I., Popa M., Pîrcălăbioru G., Bădic M., Chifiriuc M. C. | 13-14 Octombrie 2016 | |
| 20 | The influence of electromagnetic fields on morpho-physiological parameters of bacterial cells evaluated through flow cytometry, SIMI 2016 | Radu E., Marinescu F., Savin I., Kamerzan (Saviuc) C.M., Bădic M., Chifiriuc M.C. | 13-14 Octombrie 2016 | |

4.2.3. Lucrări publicate în alte publicații relevante:

| Nr. | Titlul articolului | Numele Jurnalului, Volumul, Pagina nr. | Nume Autor | Anul publicării |
|-----|---|--|--|-------------------------|
| 1. | <i>A review on counter-rotating wind turbines development</i> | <i>Journal of Sustainable Energy</i> , vol. 7, nr. 3, pp.71-78, ISSN 2067-5534 | OPRINA Gabriela, CHIHAIA Rareș-Andrei, EL-LEATHEY Lucia-Andreea, NICOLAIE Sergiu, BĂBUȚANU Corina, VOINA Andreea | 2016 |
| 2. | <i>Siguranța în exploatare a stâlpilor metalici de susținere a echipamentelor și instalațiilor electrice – analize de caz</i> | <i>Electrotehnică, Electronică, Automatică (EEA)</i> | OPRINA Gabriela, RUS Traian, LINGVAY Daniel, CARAMITU Alina, MITREA Sorina | Transmis spre publicare |
| 3 | Comparative study about the thermal stability and UV resistance of some paint layers for electro-energetic equipments” Publicata la | IEEEEXPLORE vol 7, din 2016, pg 60-65; ISSN 978-1-5090-1249 | T. Rus, A. Caramitu , S. Mitrea, I. Lingvay | 2016 |

| | | | | |
|---|--|---|--|--------------|
| | International Conference DEMISEE 2016 Diagnostic of Electrical Machines and Insulating Systems in Electrical Engineering 20 – 22.06.2016 | | | |
| 4 | Sursă de tensiune controlată cu frecvență extrem de joasă pentru studii microbiologice | revista EEA -Electrotehnica, Electronica, Automatizări, vol. 64, nr. 1, pg. 89-96 | Lipcinski, Daniel Lingvay, Elena Radu, Andreea Voina | martie, 2016 |
| 5 | Influences of 50Hz electric fields on growth and multiplication of some microorganisms | Journal of Sustainable Energy, vol. 7, nr. 2, pg. 62-66 | Voina A., Radu E., Caramitu A.R., Lingvay M., Alecu G. | iunie, 2016 |

4.2.4. Studii, Rapoarte, Documente de fundamentare sau monitorizare care:

a) au stat la baza unor politici sau decizii publice:

| Tip documet | Nr.total | Publicat în: |
|-------------------------|----------|--------------|
| Hotărâre de Guvern | | |
| Lege | | |
| Ordin ministru | | |
| Decizie președinte | | |
| Standard | | |
| Altele (se vor preciza) | | |

b) au contribuit la promovarea științei și tehnologiei - evenimente de mediatizare a științei și tehnologiei:

| Tip eveniment | Nr. apariții | Nume eveniment: |
|--------------------------|--------------|--|
| web-site | | |
| Emisiuni TV | 4 | TVR , Speranta TV(Starea de bine; Educatie pentru viata, Telegurnal) |
| Emisiuni radio | 10+2+3 | Romania cultural, Romania Actualitati, Radio Bucuresti (Stiinta la ea acasa; Cafeneaua de stinta, Siinta in cuvinte potrivite) |
| Presă scrisă/electronică | 10+25 | Market Watch; Stiinta si tehnica, Capital; Avantaje; apariti de presa si comunicate |
| Cărți | | |

| | | |
|---|---|---|
| Reviste | 1 | Revista de Istorie a Electrotehnicii Romanesti |
| Bloguri | X | A III-a Sesiune de comunicari a Centrului Alexandru Proca |
| Altele (<i>se vor preciza</i>) <i>Targuri si expozitii</i> | 4 | Salonul de Inventica de la Geneva Salonul de Inventica de la Bruxeles Salonul de Inventica de la Cluj Napoca Salonul de Inventica de la Chisinau |
| Premiul AGIR | 1 | |
| | 3 | Cereri de brevete de inventie |

4.3. Tehnologii, procedee, produse informatice, rețele, formule, metode și altele asemenea:

| Tip | 2016 |
|---|------|
| Tehnologii | 2 |
| Procedee | 1 |
| Produse informatice | 3 |
| Rețele | - |
| Formule | 3 |
| Metode | 5 |
| Altele asemenea (<i>modele experimentale</i>) | 32 |
| Proiecte de executie | 5 |

Din care:

Formule originale rezultate din ecuațiile lui Maxwell referitoare la corelația între defazaj și distanța sursă - senzor.

2 tehnologii de obținere a microfidelor carbonice cu nanotuburi carbonice

Tema proiectului de execuție a constat în elaborarea **instalației de turnare sub presiune**, utilizată pentru turnarea de piese din material bioceramic (șlicher ceramic de tip hidroxiapatită-HAp), cu următoarele caracteristici: dimensiune instalație de turnare: L x l x h = 700 x 660 x 800 mm, presiunea de lucru a instalației 2-3 atm, temperatura de lucru 60-80°C, capacitatea bacului de turnare șlicher 1l, realizat din OL 37

4.3.1 Propuneri de brevete de invenție, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea:

| | Nr.propuneri brevete | Anul înregistrării | Autorul/Autorii | Numele propunerii de brevet |
|-------|----------------------|--------------------|---|--|
| OSIM | | | | 1. |
| | A/00619 | 07.09.2016 | Malaeru Teodora/ Patroi Eros Alexandru, Georgescu Gabriela, Manta Eugen, Patroi Delia | 1. Procedeu de obtinere nanofluid magnetic in ulei vegetal |
| | | | | |
| EPO | | | | |
| | | | | |
| USPTO | | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

4.4. Structura de personal:

| Personal CD (Nr.) | 2016 |
|--------------------------|-------------|
| Total personal | 198 |
| Total personal CD | 159 |
| cu studii superioare | 108 |
| cu doctorat | 61 |
| doctoranzi | 17 |

4.4.1 Lista personalului de cercetare care a participat la derularea Programului-nucleu:

| Nr . | Nume și prenume | Grad | Funcția | CNP | Echivalen t normă întreagă | Anul angajării | Nr. Ore lucrate /An* |
|-------------|------------------------|-------------|------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | ALBU TUDOREL | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1600622400314 | 0,91 | 15.08.2007 | 1394 |
| | ALBU VALERICA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1630616400402 | 0,78 | 01.04.2014 | 1194 |
| | ALECU GEORGETA | CS I | EXECUTANT | 2600227400016 | 1,00 | 31.10.1984 | 1520 |
| | ANCA ION | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1640209293136 | 0,43 | 10.06.2013 | 654 |
| | ANCA MARILENA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2671206293143 | 0,66 | 10.06.2013 | 1008 |
| | APOSTOL SIMONA | CS | DIRECTOR PROIECT | 2830510394431 | 0,76 | 14.10.2014 | 1151 |
| | ASOFIEI DOINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2560123293163 | 0,07 | 10.06.2013 | 100 |
| | AVRAM DANUT | CS | EXECUTANT | 1560421400026 | 0,86 | 01.05.2015 | 1304 |
| | BABUTANU CORINA | CS III | EXECUTANT | 2670618424543 | 0,84 | 01.11.1995 | 1286 |
| | BADIC MIHAI | CS I | DIRECTOR PROIECT | 1510615400482 | 0,84 | 01.07.2011 | 1279 |
| | BAICU GHEORGHE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1690911293128 | 0,40 | 10.06.2013 | 612 |
| | BALAN IONUT | CS | EXECUTANT | 1830707420031 | 0,80 | 01.12.2005 | 1226 |
| | BANCIU CRISTINA | IDT II | DIRECTOR PROIECT | 2761230293133 | 0,98 | 02.07.2001 | 1497 |
| | BARA ADELA | IDT I | DIRECTOR PROIECT | 2720808034996 | 0,85 | 15.10.1999 | 1294 |
| | BARBU PAULA | CS III | EXECUTANT | 2790911341702 | 0,65 | 01.02.2005 | 986 |
| | BARBU MARIN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1600106400391 | 0,68 | 31.08.1978 | 1033 |
| | BRATULESCU | CS | EXECUTANT | 2580513400028 | 0,82 | 01.06.1985 | 1244 |

| | | | | | | | |
|--|--------------------------|-----------|------------------|---------------|------|------------|------|
| | ALEXANDRA | | | | | | |
| | BREZEANU MIHAI | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1540415400076 | 0,65 | 01.08.2012 | 986 |
| | BUDRUGEAC PETRU | CS I | EXECUTANT | 1490630400016 | 0,82 | 01.02.1998 | 1244 |
| | BUNEA FLORENTINA | CS II | EXECUTANT | 2760615451523 | 0,84 | 01.05.2005 | 1281 |
| | BUNGARESCU MIHAELA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2590417400023 | 0,82 | 01.02.1979 | 1249 |
| | BUTOI NICOLETA | ACS | EXECUTANT | 2890721295597 | 0,06 | 18.07.2011 | 86 |
| | CAPATANA-MITROIU NICOLAE | IDT III | DIRECTOR PROIECT | 1601014293155 | 0,99 | 10.06.2013 | 1513 |
| | CARAMITU ALINA | IDT I | DIRECTOR PROIECT | 2670819411532 | 0,59 | 01.12.2005 | 895 |
| | CHIIAIA RARES | CS | DIRECTOR PROIECT | 1860930460038 | 0,87 | 01.04.2011 | 1333 |
| | CHIOSE ILEANA | INGINER | EXECUTANT | 2570607400045 | 0,78 | 17.11.2008 | 1186 |
| | CHIRITA IONEL | IDT I | EXECUTANT | 1600917400057 | 0,87 | 01.04.2008 | 1329 |
| | CHITANU FELICIA | CS | EXECUTANT | 2780917033076 | 0,88 | 15.09.2007 | 1338 |
| | CHITOAIA AUREL | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1611206400175 | 0,65 | 31.10.1980 | 992 |
| | CIRNARU RADU | CS III | EXECUTANT | 1640620340017 | 0,82 | 18.11.2013 | 1253 |
| | CIRSTEA DIANA | CS | EXECUTANT | 2781016341693 | 0,82 | 01.03.2008 | 1244 |
| | CIRSTEA MARIANA | EC | EXECUTANT | 2710320434516 | 0,24 | 10.04.2001 | 359 |
| | CLICINSCHI FLORENTINA | CS III | EXECUTANT | 2800323100165 | 0,10 | 01.01.2006 | 152 |
| | CODESCU MIRELA | CS I | DIRECTOR PROIECT | 2630115400454 | 0,96 | 03.10.1986 | 1458 |
| | CONSTANTIN DANIELA | EC | EXECUTANT | 2620802293097 | 0,30 | 10.06.2013 | 451 |
| | CRISTESCU FLORIAN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1580330400056 | 0,99 | 16.10.2008 | 1513 |
| | CUCOS ANDREI | CS II | EXECUTANT | 1810525410191 | 0,82 | 01.11.2008 | 1250 |
| | DAN DANIEL | | EXECUTANT | 1780330463023 | 0,09 | | 143 |
| | DOBRE ADRIAN | IDT II | DIRECTOR PROIECT | 1540205293112 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | DOBRIN ANDREI | ACS | EXECUTANT | 1861017450061 | 0,69 | 10.10.2014 | 1051 |
| | DOBRIN DORINA | EC | EXECUTANT | 2560822400228 | 0,53 | 01.09.1975 | 812 |
| | DOBRIN FLORIN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1640420400471 | 0,20 | 01.12.1994 | 307 |
| | DOBRIN ION | CS I | DIRECTOR PROIECT | 1560216400078 | 0,70 | 15.09.2008 | 1070 |

| | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------|---------------------|---------------|------|------------|------|
| | DOBRIN, SILVIA | EC | EXECUTANT | 2630419400165 | 0,63 | 07.05.2015 | 959 |
| | DRAGOMIR ION | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1671226461541 | 0,70 | 15.01.2002 | 1070 |
| | DUMITRU ALINA | CS III | DIRECTOR PROIECT | 2690410434513 | 0,70 | 01.10.1994 | 1061 |
| | DUMITRU ION | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1530705400065 | 0,73 | 22.03.2006 | 1117 |
| | DUMITRU,, ELEONORA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2560204400441 | 0,91 | 13.06.2016 | 1390 |
| | EL- LEATHEY ANDREEA | CS | DIRECTOR PROIECT | 2871001460059 | 0,83 | 01.04.2011 | 1260 |
| | ENACHE DAN | ACS | EXECUTANT | 1840507210018 | 0,85 | 06.11.2014 | 1292 |
| | ERDEI REMUS | IDT III | EXECUTANT | 1810104142611 | 0,82 | 15.11.2005 | 1251 |
| | FICA SORIN | CS II | DIRECTOR PROIECT | 1610308293116 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | FILIP AURELIAN | CS | EXECUTANT | 1720208290920 | 0,83 | 10.06.2013 | 1263 |
| | FLOREA CRISTINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2751203443017 | 0,09 | 01.10.2016 | 145 |
| | GEORGESCU GABRIELA | IDT I | EXECUTANT | 2620320400121 | 0,99 | 01.05.1982 | 1510 |
| | GHELBERE ION | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1580425400074 | 0,75 | 16.01.2006 | 1142 |
| | GHEORGHIU MATILDA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2610827400075 | 0,88 | 01.07.2007 | 1340 |
| | GHIDEU MIRCEA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1550204293134 | 0,68 | 10.06.2013 | 1031 |
| | GIRJOABA LUMINITA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2620309400010 | 0,73 | 01.09.2008 | 1117 |
| | GRIGORE FLORENTINA | IDT III | EXECUTANT | 2790415170361 | 0,69 | 01.05.2014 | 1047 |
| | HAJDU CARMEN | SUBING | EXECUTANT | 2551104400166 | 0,24 | | 366 |
| | HALIT ION | SUBING | EXECUTANT | 1590601401168 | 0,79 | 19.05.2014 | 1206 |
| | HENDER CLARA | EC | EXECUTANT | 2860707420036 | 0,94 | 01.03.2007 | 1429 |
| | HRISTEA GABRIELA | CS I | EXECUTANT | 2680906461510 | 0,67 | 01.09.1994 | 1015 |
| | IANACHE CRISTIAN | CS III | EXECUTANT | 1511110293109 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | IANCU FLORINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2650204293108 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | IANCU GHEORGHE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1631111104966 | 0,85 | 31.07.1982 | 1301 |
| | IANCU IONICA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2670611523133 | 0,83 | 01.09.1985 | 1265 |
| | IGNAT M. MIRCEA | CS I | DIRECTOR PROIECT | 1530304400121 | 0,66 | 01.09.1977 | 1006 |
| | ILIE CRISTINEL | IDT I | EXECUTANT | 1600206400096 | 0,82 | 01.09.1985 | 1249 |

| | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------|------------------|---------------|------|------------|------|
| | ION ANICA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2570828293136 | 0,63 | 10.06.2013 | 957 |
| | ION IOANA | CS III | EXECUTANT | 2730603203139 | 0,80 | 02.07.2001 | 1219 |
| | IONESCU DAN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1570110293115 | 0,92 | 10.06.2013 | 1395 |
| | IONESCU MIHAELA | EC | EXECUTANT | 2630226400296 | 0,87 | 07.05.2015 | 1324 |
| | IONITA CRISTINA | TEHNICIAN | | 2850826471337 | 0,71 | 10.06.2013 | 1084 |
| | IONITA TUDOREL | IDT | EXECUTANT | 1650620292096 | 0,90 | 10.06.2013 | 1374 |
| | IODACHE IULIAN | IDT I | DIRECTOR PROIECT | 1660420384207 | 0,93 | 01.09.1994 | 1420 |
| | IORDOC MIHAI | CS III | EXECUTANT | 1801109440018 | 0,73 | 01.03.2005 | 1117 |
| | IORGA ALEXANDRU | CS | EXECUTANT | 1820906295897 | 0,87 | 15.11.2007 | 1324 |
| | IOSIF GABRIELA | EC | EXECUTANT | 2760129431519 | 0,76 | 01.09.2008 | 1163 |
| | IVAN ION | IDT I | EXECUTANT | 1540101400343 | 1,00 | 04.08.1979 | 1521 |
| | IVAN LAURENTIU | ACS | EXECUTANT | 1820703295031 | 0,88 | 10.06.2013 | 1335 |
| | IVAN MIHAI | INGINER | EXECUTANT | 1801105322951 | 0,59 | | 902 |
| | LAZAR DOINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2560722293121 | 0,93 | 10.06.2013 | 1412 |
| | LEONAT LUCIA | CS II | EXECUTANT | 2771005423017 | 1,00 | 01.06.2006 | 1531 |
| | LINGVAY IOSIF | CS I | EXECUTANT | 1490225400482 | 0,52 | 01.09.1972 | 786 |
| | LIPCINSKI DANIEL | IDT II | EXECUTANT | 1670613431515 | 0,76 | 01.09.1985 | 1161 |
| | LUCACI MARIANA | CS I | DIRECTOR PROIECT | 2581214400346 | 1,00 | 02.07.2001 | 1520 |
| | LUCHIAN ANA MARIA | ACS | EXECUTANT | 2920719460048 | 0,76 | 01.11.2015 | 1154 |
| | LUNGU MAGDALENA | CS I | EXECUTANT | 2710305461523 | 0,94 | 01.11.1995 | 1437 |
| | LUNGULESCU MARIUS | CS III | EXECUTANT | 1820627250584 | 0,74 | 01.11.2005 | 1120 |
| | MACAMETE ELENA | INGINER | EXECUTANT | 2540929400638 | 0,42 | 01.04.1980 | 640 |
| | MALAERU TEODORA | CS I | DIRECTOR PROIECT | 2610115400837 | 1,00 | 12.04.2001 | 1520 |
| | MANTA EUGEN | CS III | EXECUTANT | 1820112295905 | 1,00 | 01.09.2006 | 1520 |
| | MARCU LILIANA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2610321400484 | 0,69 | 01.02.1981 | 1052 |
| | MARGINEAN U GEORGETA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2681007421512 | 0,91 | 11.06.2001 | 1390 |
| | MARICA ROXANA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2670915451534 | 1,00 | 15.05.2008 | 1520 |

| | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------|------------------|---------------|------|------------|------|
| | MARIN ANGHELUTA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1600429400113 | 0,80 | 03.01.2007 | 1226 |
| | MARIN GEORGIANA | CS II | EXECUTANT | 2570213293100 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | MARIN DORIAN | CS II | EXECUTANT | 1700622205038 | 0,85 | 18.04.2007 | 1292 |
| | MARIN MARIANA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2621001400158 | 0,71 | 01.04.2007 | 1077 |
| | MARIN MIHAI | ACS | EXECUTANT | 1880125297321 | 0,91 | 01.09.2015 | 1390 |
| | MARINESCU MIHAELA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2670926293173 | 0,32 | 10.06.2013 | 488 |
| | MARINESCU VIRGIL | CS III | EXECUTANT | 1780314410013 | 0,80 | 17.10.2005 | 1220 |
| | MATEESCU CARMEN | CS III | EXECUTANT | 2690625441521 | 0,84 | 02.07.2007 | 1274 |
| | MATEI VALERIA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2560930400483 | 0,84 | 01.06.1979 | 1279 |
| | MIHAI ROMULUS | ACS | EXECUTANT | 1890622295615 | 0,92 | 01.07.2014 | 1406 |
| | MILITARU ADRIAN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1600514400871 | 0,71 | 16.02.2007 | 1081 |
| | MITRASCA NUSA | IDT I | DIRECTOR PROIECT | 2571213293195 | 1,00 | 10.06.2013 | 1519 |
| | MITREA SORINA | IDT I | EXECUTANT | 2580922400156 | 0,45 | 01.05.2001 | 688 |
| | MIU M.MARIUS | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1611022400143 | 0,69 | 15.07.1980 | 1054 |
| | MORARI CRISTIAN | CS III | EXECUTANT | 1780509204095 | 0,96 | 16.11.2006 | 1460 |
| | MOSCALIUC HERMINA | ACS | EXECUTANT | 2800207297279 | 0,77 | 10.06.2013 | 1174 |
| | MUNTEANU MARIANA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2670518296721 | 0,45 | 10.06.2013 | 684 |
| | MURGESCU ION | INGINER | EXECUTANT | 1570224034974 | 0,49 | 27.11.2015 | 752 |
| | MUSI DANIELA | INGINER | EXECUTANT | 2631120400166 | 0,61 | 01.10.1982 | 934 |
| | NEAGU GHEORGHE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1580601401442 | 0,75 | 06.02.2006 | 1136 |
| | NEDELICU ADRIAN | CS III | EXECUTANT | 1781021390719 | 0,86 | 03.03.2010 | 1310 |
| | NICOLAESCU ELENA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2580925400437 | 0,46 | | 702 |
| | NICOLAIE SERGIU | CS I | EXECUTANT | 1640719400023 | 0,88 | 01.08.1983 | 1335 |
| | NUTA VALERICA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2561212400547 | 0,77 | 03.10.1975 | 1174 |
| | OBREJA GABRIELA | INGINER | EXECUTANT | 2670610434557 | 0,56 | 01.04.1986 | 858 |
| | OLOERU ADINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2620308400317 | 1,00 | 07.11.2005 | 1520 |
| | ONICA CIPRIAN | CS | EXECUTANT | 1690708410015 | 0,65 | 01.06.2001 | 993 |

| | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------|------------------|---------------|------|------------|------|
| | OPREA FLORENTINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2661003443021 | 0,77 | 30.04.1986 | 1167 |
| | OPRINA GABRIELA | CS II | DIRECTOR PROIECT | 2781123290901 | 0,90 | 01.03.2004 | 1367 |
| | OVEZEA DRAGOS | CS | DIRECTOR PROIECT | 1791126410024 | 0,67 | 01.07.2011 | 1015 |
| | PANAIT RADU | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1610426290902 | 0,54 | 10.06.2013 | 829 |
| | PANAIT RUXANDA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2600605290901 | 0,88 | 10.06.2013 | 1345 |
| | PARASCHIV GHEORGHE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1740704511673 | 0,81 | 13.11.2013 | 1240 |
| | PATROI DELIA | CS II | EXECUTANT | 2801216297256 | 0,94 | 01.07.2005 | 1438 |
| | PATROI EROS | CS I | DIRECTOR PROIECT | 1780602033090 | 0,82 | 01.12.2001 | 1254 |
| | PAUN NICOLAE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1561028400451 | 0,55 | 01.07.2007 | 841 |
| | PETRACHE MARIOARA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2580812400472 | 0,88 | 01.10.1978 | 1345 |
| | PETRESCU GABRIEL | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1590626293138 | 0,84 | 10.06.2013 | 1281 |
| | PINTEA JANA | CS I | DIRECTOR PROIECT | 2571005400524 | 1,00 | 01.09.1982 | 1520 |
| | PISLARU-DANESCU LUCIAN | CS I | EXECUTANT | 1600314297339 | 0,77 | 03.01.2007 | 1179 |
| | POPA MARIUS | CS III | EXECUTANT | 1720330374096 | 0,86 | 08.04.2008 | 1306 |
| | POPESCU MIHAIL | IDT I | DIRECTOR PROIECT | 1550309400391 | 0,79 | 01.02.2012 | 1202 |
| | POPOVICI IULIU | IDT I | EXECUTANT | 1580712400178 | 0,72 | 01.10.1983 | 1102 |
| | PREDA ION | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1630514293122 | 0,66 | 10.06.2013 | 1010 |
| | RADU FLOAREA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2591120293144 | 0,67 | 10.06.2013 | 1027 |
| | RADU FLORENTINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2640509293120 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | RADU ELENA | ACS | EXECUTANT | 2911028133929 | 0,81 | 05.01.2015 | 1231 |
| | RADULESCU FLORINA | CS | EXECUTANT | 2791010460078 | 0,89 | 01.04.2008 | 1349 |
| | RICHTER GABRIELA | EC | EXECUTANT | 2681014434547 | 0,56 | 01.02.2003 | 847 |
| | RIMBU GIMI | CS I | EXECUTANT | 1720520431514 | 0,34 | 15.11.2005 | 518 |
| | SBARCEA GABRIELA | CS III | EXECUTANT | 2800622295891 | 0,89 | 01.11.2007 | 1358 |
| | SISU IONICA | EC | EXECUTANT | 2740721472513 | 0,71 | 05.01.2006 | 1077 |
| | SOARE GHEORGHE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1580721293092 | 0,67 | 10.06.2013 | 1024 |

| | | | | | | | |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------------|------|------------|------|
| | SONTU GHEORGHE | CS II | DIRECTOR PROIECT | 1520424293154 | 0,93 | 10.06.2013 | 1422 |
| | SORESCU FLOREA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1600125400429 | 0,81 | 20.09.1994 | 1229 |
| | SPATARU ELENA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2770119431511 | 1,00 | 01.06.2014 | 1520 |
| | STANCU NICOLAE | IDT I | EXECUTANT | 1560730400564 | 0,79 | 15.01.2002 | 1204 |
| | STEAN PAUL | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1510107400943 | 0,12 | | 179 |
| | STEFANESC U CARMEN | CS II | EXECUTANT | 2770708100059 | 0,65 | 01.07.2008 | 995 |
| | STOIAN ARTIMON | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1510719400559 | 0,51 | 19.07.2016 | 774 |
| | STOIANOVICI GEORGETA | CS | DIRECTOR PROIECT | 2691103293121 | 0,82 | 10.06.2013 | 1251 |
| | STOICA VICTOR | CS III | EXECUTANT | 1791218420084 | 0,98 | 16.01.2006 | 1496 |
| | SULTANA RALUCA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2790712293131 | 0,48 | 10.06.2013 | 731 |
| | SZASZ REKA | EC | EXECUTANT | 2750828141082 | 0,85 | 16.04.2007 | 1301 |
| | TALPEANU DORINEL | CS III | DIRECTOR PROIECT | 1820624460013 | 1,00 | 01.02.2011 | 1520 |
| | TANASE NICOLAE | CS | EXECUTANT | 1880628520465 | 0,80 | 01.11.2010 | 1216 |
| | TANASE IULIA | INGINER | EXECUTANT | 2900716430113 | 0,82 | 01.08.2014 | 1253 |
| | TANASE STEFANIA | SUBING | EXECUTANT | 2630517400251 | 0,72 | 01.10.1984 | 1104 |
| | TARDEI CHRISTU | IDT II | EXECUTANT | 1550806400295 | 0,84 | 01.10.1981 | 1274 |
| | TATARU EMANOIL | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1630925293133 | 0,52 | 10.06.2013 | 796 |
| | TEISANU ARISTOFAN | CS III | EXECUTANT | 1580916400862 | 0,56 | 01.08.1985 | 854 |
| | TELEREZ ANGELA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2580524293140 | 0,58 | 10.06.2013 | 878 |
| | TELIPAN GABRIELA | IDT I | EXECUTANT | 2571119400196 | 0,83 | 01.10.1982 | 1270 |
| | TINCA ION | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1591117400541 | 0,85 | 01.10.2008 | 1288 |
| | TOPARCEAN U ELENA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2591025293179 | 0,93 | 10.06.2013 | 1419 |
| | TSAKIRIS VIOLETA | CS I | EXECUTANT | 2670524040113 | 0,74 | 01.07.2006 | 1131 |
| | TUDORACHE MIHAELA | EC | EXECUTANT | 2690730421539 | 0,65 | 28.10.2014 | 998 |
| | VASILESCU AURA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2620712296721 | 1,00 | 10.06.2013 | 1520 |
| | VELCIU GEORGETA | IDT I | EXECUTANT | 2580901400515 | 0,95 | 01.03.2007 | 1454 |
| | VELEA CONSTANTIN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1570811400533 | 0,82 | 01.12.2004 | 1254 |

| | | | | | | | |
|--|--------------------|-----------|------------------|---------------|------|------------|------|
| | VICOL ANA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2620903400147 | 0,80 | 09.07.1980 | 1217 |
| | VICOL NICOLAE | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1570306400218 | 0,80 | 01.05.2001 | 1219 |
| | VLAD ADRIAN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1770611293186 | 0,63 | 10.06.2013 | 956 |
| | VLAD DENIS | EC | EXECUTANT | 2681125443026 | 0,66 | 01.07.1987 | 1012 |
| | VLAD DORINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2590226400432 | 0,74 | 22.10.1979 | 1122 |
| | VOICU CONSTANTIN | TEHNICIAN | EXECUTANT | 1580926400577 | 0,63 | 06.09.2005 | 965 |
| | VOINA ANDREEA | IDT III | DIRECTOR PROIECT | 2780618031867 | 0,82 | 02.12.2003 | 1254 |
| | ZAHARIA CONSTANTIN | INGINER | EXECUTANT | 1550707293149 | 0,73 | 10.06.2013 | 1119 |
| | ZAMFIR STEFANIA | SUBING | EXECUTANT | 2680806431515 | 0,33 | 01.05.1987 | 499 |
| | ZOICAS DOINA | TEHNICIAN | EXECUTANT | 2560216400221 | 0,67 | 17.06.2016 | 1020 |

* Se vor specifica numărul de ore lucrate în fiecare dintre anii de derulare ai Programului Nucleu, prin inserarea de coloane

4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice și produse realizate în cadrul derulării programului; colecții și baze de date conținând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, regăsirii și precizării contextului în care au fost obținute:

| Nr. | Nume infrastructură/obiect/bază de date... | Data achiziției | Valoarea achiziției (lei) | Sursa finanțării | Valoarea finanțării infrastructurii din bugetul Progr. Nucleu | Nr. Ore-om de utilizare a infrastructurii pentru Programul-nucleu |
|-----|--|-----------------|---------------------------|------------------|---|---|
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |

5. Rezultatele Programului-nucleu au fundamentat alte lucrări de cercetare:

| | Nr. | Tip |
|--------------------------------|-----|---|
| Proiecte internaționale | | <i>Ex. Orizont 2020, Bilateral, EUREKA, COST, etc.</i> |
| | 2 | - proiect de colaborare stiintifica bilaterala Romania Dubna, "Investigation of Crystalline and Magnetic Properties of Nanostructured Ferrites, Hardened by Exchange Interactions" (ctr. nr 47/2016) - propunere de continuare in anul 2017 a proiectului de colaborare stiintifica bilaterala |

| | | |
|---------------------------|---|---|
| | | Romania Dubna, "Investigation of Crystalline and Magnetic Properties of Nanostructured Ferrites, Hardened by Exchange Interactions", depusa in noiembrie 2016. |
| Proiecte naționale | | <i>Ex. PNCDI III, etc.</i> |
| PN | 1 | A fost inițiată o propunere de proiect pe programul modele experimentale. |
| | 1 | Propunere PN-III-P2-2.1-PED-2016-1538 - Medii de filtrare textile cu straturi polimerice fibroase obtinute prin electrofilare |
| | 1 | <i>Depunere proiect la Licitatia 2016 ROSA- STAR cu titlul Nanostructured High Entropy Alloys for High Temperature Structural Applications with Self healing Properties under the Ionizing Radiations Action-574/2016</i> |

6. Rezultate transferate în vederea aplicării :

| Tip rezultat | Instituția beneficiară (nume instituție) | Efecte socio-economice la utilizator |
|-------------------------------|---|---|
| <i>Ex. tehnologie, studiu</i> | <i>nume IMM/institutie</i> | |
| | | |
| | | |

7. Alte rezultate: (a se specifica, dacă este cazul).

PN 1611 0101: Rezultatele fizice obținute ca urmare a derulării etapelor din anul 2016 sunt următoarele:

- Patru modele experimentale de turbine eoliene cu puteri individuale între 6 și 42W la o viteză a curentului de aer de 10 m/s,

- Două modele experimentale de turbine eoliene contrarotative cu $d/D=(1:1,05;1:1,4)$.

PN1611 0102: Rezultatul fizic, obținut ca urmare a derulării etapelor din anul 2016 îl reprezintă modelul experimental, realizat în cadrul fazei a reia

PN 16110103 este prevăzut a se realiza în următoarele faze:

1. Elemente de calculul energiei termice degajate în procesul de frânare pentru frâna principală, frâna auxiliară și pentru motoarele electrice asincrone de acționare
2. Soluție tehnică pentru frâna disc, ca frâna principală, care echipează trolurile de mare putere
3. Concepție trolu cu frâna cu curenți turbionari ca frâna auxiliară
4. Proiect tehnic pentru un trolu de mare putere reprezentativ, cu frânare recuperativă.

În anul 2016 au fost realizate primele două faze, cu respectarea obiectivelor propuse. Proiectul poate continua cu etapa: „**Concepție trolu cu frâna cu curenți turbionari ca frână auxiliară**” cu următoarele obiective:

- Noțiuni teoretice privind frâna cu curenți turbionari. Soluții constructive și funcționare;
- Tendințe de dezvoltare actuale în fabricația frânelor cu curenți turbionari;
- Componentă model funcțional de trolu electric de foraj cu frână cu curenți turbionari, ca frână auxiliară.

PN161 10107: Proiectare instalația de acționare hidraulică pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$. Cod proiect: PN 16 110107/2016;

Proiectarea structurii de rezistență a instalației de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$ (Mast cu sistemul de manevră și avans a garniturii de prăjini de foraj, acționat hidraulic, și suport baza instalație de foraj, sistem de transport manual). Cod proiect: PN 16 110107/2016;

Proiectarea capului de foraj, a prăjinilor de foraj, a broaștei cu pene, a setului de sape de foraj și a manifoldului pompei de foraj pentru instalația de foraj cu adâncimea de lucru $H_{max}=125m$. Cod proiect: PN 16 110107/2016;

PN1611 0112. **Au fost inițiate dialoguri cu ROMPETROL și Universitatea de Petrol și Gaze Ploiești privind potentiala valorificare a proiectului.**

PN1611 0211-. În această etapă au fost urmărite următoarele rezultate:

Realizarea unui studiu documentar privind stadiul actual al metodelor de evaluare a duratei de viața

Realizarea programului de încercări

Realizarea testelor initiale pe probele care vor fi trimise la conditionari cum ar fi: căldură uscată; radiații UV; radiații IR; ciclări termice; solicitare microbiologică (rezistența la acțiunea mușcăiurilor)

8. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:

Programului Nucleu PN 1611 , contract nr.14N/2016 -"Inginerie Electrica pentru cresterea competitivitatii economiei romanesti prin inovare / EFICIENT . au avut in desfasurare in perioada 10.03.2016-09.12.2016 , 27 de proiecte directionate pe trei obiective.

Obiectivul 1 -14 teme

Obiectivul 2 -12 teme

Obiectivul 3 -1 tema,

Toate aceste proiecte , in cadrul fazelor executate au urmarit realizarea tuturor activitatilor angajate si mentionate in anexa 9. Programul s-a finalizat cu 10 documentatii,32 studii, 27 lucrari, 1 planuri ,32 ME , 3 proiecte , 1 Model Conceptual, 5 proceduri , un protocol.3 produse informatice,2 tehnologii,3metode si 3proiecte de executie.

In concluzie consideram ca Programul NUCLEU si-a atins obiectivele si se propune continuarea lui in anul 2017.

DIRECTOR GENERAL,

Prof dr. Fiz. Wilhelm KAPPEL

DIRECTOR DE PROGRAM,

Dr.ing. Mircea IGNAT

DIRECTOR ECONOMIC,

Ec. Mariana Cirstea