

Raport stiintific

privind implementarea proiectului in perioada ianuarie – decembrie 2013

Titlul proiectului: *“Cercetari avansate privitoare la comportarea sistemelor polimerice multicomponente sub actiunea controlata a factorilor de mediu”*

Obiective:

1. Influenta factorilor de mediu asupra sistemelor polimerice multicomponente
2. Cinetica reactiilor de degradare termica
3. Modificarea proprietatilor in timpul degradarii fotochimice a sistemelor polimere multicomponente
4. Asigurarea cadrului de implementare a proiectului. Imbunatatirea procesului de implementare

Introducere

Durabilitatea sistemelor polimerice multicomponente (SPM) este diminuata ca rezultat al expunerii lor la elementele agresive ale mediului exterior. Degradarea materialelor polimere reprezinta totalitatea proceselor complexe, a reactiilor si a modificarilor ce au loc in structura chimica, morfologia si proprietatile acestora, sub actiunea diferitilor agenti degradativi din mediu exterior. In urma procesului de degradare sub actiunea factorilor de mediu rezulta produse care isi pastreaza caracterul macromolecular dar ale caror proprietati fizice și chimice sunt modificate. Prin descompunerea materialelor polimere se obtin structuri noi, care pot merge pana la unitatea monomera sau chiar pana la mineralizare. Procesele de degradare au un caracter ireversibil si se pot produce sub actiunea caldurii, radiatiilor UV sau/si a umiditatii. Aceste procese se produc in toate stadiile duratei de viata a materialelor polimere, uneori fiind initiate chiar inainte de utilizare. Fiecare proces de degradare are particularitati proprii.

1. Influenta factorilor de mediu asupra sistemelor polimerice multicomponente

1.1. Expunerea la radiatii UV. Majoritatea SPM sunt afectate de radiatiile ultraviolete. In functie de lungimea de unda, de intensitatea radiatiei, de timpul de expunere si respectiv de structura chimica, SPM expuse la radiatii UV pot suferi procese foto-degradative. Aceste procese implica atat modificari de culoare si luciu, ce afecteaza doar aspectul estetic al SPM cat si importante schimbari structurale cum sunt scindarile de macromolecule si reticulari, ce afecteaza semnificat proprietatile fizico-mecanice. Acestea din urma pot afecta in asa masura proprietatile incat determina imbatranirea prematura sau chiar la scoaterea din uz a SPM. Efectele degradarii fotochimice a SPM ce necesita perioade lungi de functionare se pot urmari prin expunerea probelor la teste de imbatranire accelerata efectuate in camera cu atmosfera controlata, prin iradiere cu lampi UV de mare intensitate. Astfel, viteza de imbatranire a SPM poate fi accelerata cu valori semnificative (peste 60 de ori). Cunoasterea mecanismelor de foto-degradare precum si identificarea speciilor active ce afecteaza structura SPM este foarte utila in alegerea celor mai potrivite si eficiente metode de foto-stabilizare.

1.2. Expunerea la temperatura. Stabilitatea termica a SPM este importanta deoarece determina temperatura maxima de procesare si conditiile de mediu sub care pot fi utilizate fara a se degrada. Atat timp cat stabilitatea termica este legata de temperatura initiala de degradare si viteza de degradare a SPM, determinarea parametrilor cinetici asociati proceselor de degradare sub actiunea temperaturii este subiect de interes major. Rezultatele pot furniza informatii utile in definirea conditiilor specifice de procesare a SPM pentru diferite aplicatii si pot stabili o corelatie intre stabilitatea termica si structura SMP. Datele ar putea fi de asemenea utile pentru predictia duratei de viata a SPM la temperaturi diferite si in procesul de recuperare/distrugerea deseurilor din polimeri prin piroliza sau ardere.

1.3. Efectul umiditatii. Sub actiunea umiditatii degradarea SPM este rapida. Ca urmare a acestui proces rezulta radicali liberi care pot amplifica reactiile de degradare, afectand atat stabilitatea termica a SPM, cat si structura lor. Cand lemnul este expus la conditiile factorilor de mediu fara nici o protectie, de exemplu umiditate si/sau lumina solara (in special radiatii UV) – deteriorarea suprafetei sale este rapida. Actiunea factorilor de mediu asupra lemnului poate determina aparitia de micro-fisuri care ulterior induc crapaturi in masa lemnoasa datorita proceselor de umflare si de contractie ale lemnului ca rezultat al absorbtiei de apa sau al procesului de uscare.

Sub actiunea umiditatii, fragmentele de lemn foto-degradate (provenite in special din lignina) sunt indepartate si in consecinta creste rugozitatea suprafetei lemnului. Se stie ca rezistenta scazuta la umiditate este unul dintre principalele dezavantaje ale lemnului, iar acest aspect poate fi imbunatatit prin modificarea chimica. Reactia lemnului cu anhidrida succinica a redus semnificativ natura hidrofila a constituentilor sai (Fig 1). O scadere a valorilor de absorbtie de apa a fost inregistrata pentru lemnul modificat comparativ cu proba martor.

Tratamentele chimice, fizice si/sau acoperirea suprafetei lemnului sunt metode eficiente care pot fi aplicate pentru protectia suprafetei lemnului de la deteriorare. In acest mod, se imbunatatesc stabilitatea dimensionala, rezistenta la umiditate si la actiunea fungilor. Prin tratament chimic, structura initiala a biopolimerilor componenti ai lemnului este influentata si unele proprietati ale acestuia pot fi modificate (de exemplu, hidrofilia).

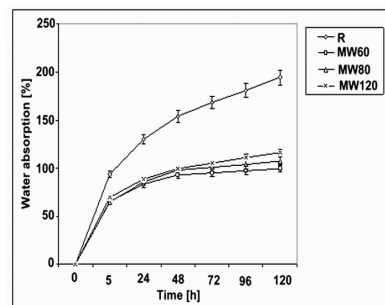


Fig. 1

2. Cinetica reactiilor de degradare termica

2.1. Studiul transformarilor termice ce au loc in polimeri. Incalzirea SPM poate determina tranzitii de faza, fenomen indicat de temperatura de tranzitie sticloasa (T_g). Valorile T_g pot oferi indicatii asupra miscibilitatii componentelor din SPM. In cazul SPM-urilor care nu au suferit reticulari (ex. amestecuri de polimeri liniari) se pot determina temperaturile de topire si recristalizare. Se pot efectua determinari de calduri de reticulare si studii ale cineticii de reticulare. Prin studii de termogravimetrie se poate urmari stabilitatea termica a SPM prin aprecierea inceputului procesului de descompunere termica si se pot realiza studii cinetice asupra vitezei reactiei de descompunere si aprecieri asupra mecanismului proceselor de descompunere. Parametrii cinetici aparenti ai reactiei de descompunere pot fi de asemenea stabiliti cu elaborarea unui model cinetic. Folosirea tehnicilor cuplate TG/FTIR, TG/MS permite evaluarea calitativa a produselor volatile degajate in functie de temperatura. Retelele polimerice semi-interpenetrante (S-IPN) pe baza de poliuretan (PU) si rasina epoxidica (ER) obtinute in cadrul etapei 2012 prezinta o singura valoare T_g dependenta de compozitie. Valorile T_g se deplaseaza usor spre valori mai ridicate pe masura ce continutul de rasina reticulata creste. Acest aspect se datoreaza reducerii volumului liber dintre segmentele de lant, cu restrictionarea deplasarii lanturilor polimerice datorita impiedicarilor sterice. Profilul de topire/cristalizare a PU pur descreste in intensitate cu cresterea densitatii de reticulare pana la proba S-IPN cu 30% ER. Acesta este un semn al compatibilitatii polimerilor cuprinsi in structurile S-IPN. Studiile de miscibilitate au fost conduse prin aplicarea ecuatiilor Fox si Gordon-Taylor iar rezultatele obtinute au fost in buna corelatie cu cele obtinute din experimente. Densitatile de reticulare pentru SIPN-urile sintetizate au fost determinate si valorile au crescut cu scaderea capacitatii calorice asa cum era de asteptat.

2.2. Calcularea parametrilor cinetici de degradare in scopul stabilirii mecanismelor de reactie.

Analiza termogravimetrica realizata in atmosfera inerta (N_2) si la 4 viteze de incalzire (5, 10, 15 si 20 $^{\circ}C/min$) intr-un interval de temperatura cuprins intre 30 si 700 $^{\circ}C$ a fost utilizata pentru stabilirea parametrilor cinetici aparenti (energia de activare, factorul preexponential, forma functiei de conversie) ai reactiilor de descompunere termica a SPM obtinute. Temperaturile initiale de descompunere, temperaturile corespunzatoare fiecarei etape de descompunere si masa reziduului ramas in urma descompunerii au fost de asemenea determinate. Parametrii cinetici globali au fost calculati prin metodele isoconversionale Friedman si Ozawa-Flynn si Wall, folosind termograme inregistrate la patru diferite de incalzire. Modelul functiei de conversie a fost stabilit prin metoda regresiei neliniare multiple.

2.2.1. Retelele polimerice semi-interpenetrante (S-IPN) pe baza de poliuretan (PU) si rasina epoxidica (ER). S-a constatat ca odata cu cresterea vitezei de incalzire are loc o deplasare a termogramelor spre temperaturi superioare. Pe baza acestor deplasari au fost calculate valorile parametrilor cinetici globali (Tabelul 1).

| α | Kinetic parameters | | | |
|----------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Friedman | | Flynn-Wall-Ozawa | |
| | Log A (s^{-1}) | E ($kJ mol^{-1}$) | Log A (s^{-1}) | E ($kJ mol^{-1}$) |
| 0.1 | 12.56 | 121 | 6.64 | 107 |
| 0.2 | 20.86 | 136 | 8.11 | 126 |
| 0.3 | 18.5 | 166 | 7.63 | 123 |
| 0.4 | 12.71 | 177 | 7.65 | 125 |
| 0.5 | 16.46 | 181 | 8.92 | 141 |
| 0.6 | 23.40 | 186 | 10.02 | 155 |
| 0.7 | 30.73 | 177 | 10.72 | 166 |
| 0.8 | 30.45 | 192 | 10.79 | 168 |
| 0.9 | 36.65 | 199 | 10.70 | 170 |
| 0.95 | 36.48 | 211 | 14.66 | 230 |

Cresterea valorilor parametrilor cinetici cu gradul de conversie a sugerat un mecanism complex de degradare termica in trei etape succesive. Dupa testarea a 14 modele cinetice prin regresie liniara multivariata, s-a constatat ca procesul global de descompunere termica este caracterizat de un model cinetic de ordinul n:

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{A}{\beta^n} e^{-E/RT} (1 - \alpha)^n$$

2.2.2. Criogeluri obtinute din alcool polivinilic (APV) si celuloza microcristalina. Criogelurile continand APV prezinta 4 etape de degradare termica. Masa reziduala depinde de cantitatea de celuloza din compozitia criogelurilor, iar picurile de pe curbele DTG pentru toate etapele de degradare termica scad in intensitate cu cresterea continutului de polimer natural. Aceste aspecte evidentiaza prezenta interactiunilor prin legaturi de hidrogen dintre cei doi componentii, ceea ce duce la o crestere a stabilitatii termice in prezenta celulozei. In Fig. 2 si Fig. 3 se prezinta graficele obtinute in urma analizei Friedman (Fig 2), respectiv a analizei Flynn-Wall-Ozawa (Fig. 3), la valori ale gradului de conversie (α) cuprinse intre 0,1 si 0,9. Ambele metode isoconversionale indica dependenta energiei de activare (E) de gradul de conversie.

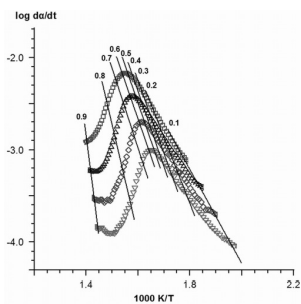


Fig. 2

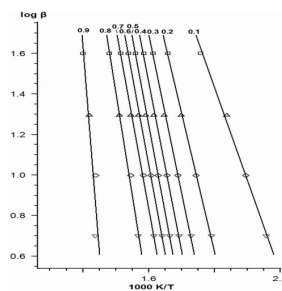


Fig. 3

2.2.3. Lemnul - sistem polimeric multicomponent

2.2.3.1. Studiul stabilitatii termice a lemnului tratat la suprafata cu anhidrida succinica (AS)

Degradarea termica a lemnului este un proces deosebit de complex, data fiind structura sa chimica. Fig. 4 prezinta curbele TG (Fig. 4A) si DTG (Fig. 4B). Datele referitoare la comportarea lemnului in procesul de degradare termica sunt prezentate in Tabelul 2. Modificarea chimica a lemnului a influentat in mod favorabil stabilitatea sa termica, in special la concentratii ridicate de AS.

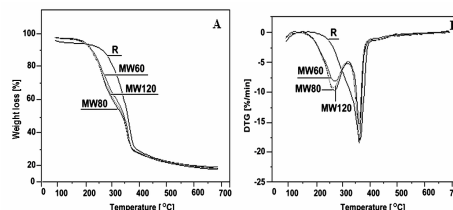


Fig.4

Tabelul 2. Date rezultate din analiza comportarii la degradarea termica a lemnului

| Proba de lemn | T _i (°C) | T _{50%} (°C) | T _{ml} (°C) | W _{ml} (%) | T _{ml1} (°C) | W _{ml1} (%) | T _f (°C) | T _f - T _i (°C) | W _{Tf-Ti} (%) | W _{rez} (%) |
|---------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------|
| R | 109 | 365 | 372 | 75.5 | - | - | 388 | 229 | 75.5 | 19.4 |
| MW60 | 203 | 355 | 279 | 33.7 | 368 | 43.9 | 383 | 180 | 77.6 | 19.3 |
| MW80 | 199 | 352 | 276 | 38.2 | 368 | 41.50 | 380 | 181 | 78.7 | 19.0 |
| MW120 | 196 | 350 | 277 | 38.8 | 368 | 40.0 | 381 | 185 | 78.8 | 19.1 |

2.2.3.1. Studiul stabilitatii termice a lemnului tratat cu lichid ionic

Analiza termica a speciilor de lemn a aratat ca efectul lichidului ionic este dependent de tipul de lemn (respectiv de compozitia sa chimica). Lichidul ionic determina scaderea energiei specifice a procesului de eliminare a apei. Acest lucru se datoreaza capacitatii lichid ionic de a transforma apa legata in apa libera, ajutand eliberarea apei din lemn. Prezenta lichidului ionic a crescut temperatura initiala de descompunere a lemnului de fag, prin schimbarea mecanismului de reactie de descompunere. Compusi noi au fost identificati, iar timpul de initiere a evolutiei compusilor volatili a fost intarziata pentru lemnul de fag. Identificarea compusilor volatili rezultati in urma degradarii termice s-a realizat utilizand spectroscopia FT-IR 3D (Fig. 5). Se poate observa ca intensitatile semnalelor se schimba in functie de temperatura de degradare a lemnului.

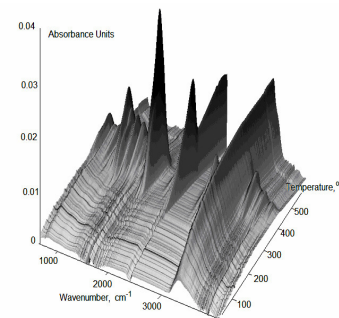


Fig.5

2.3. Stabilirea factorilor care influenteaza rezultatele analizei termogravimetrice

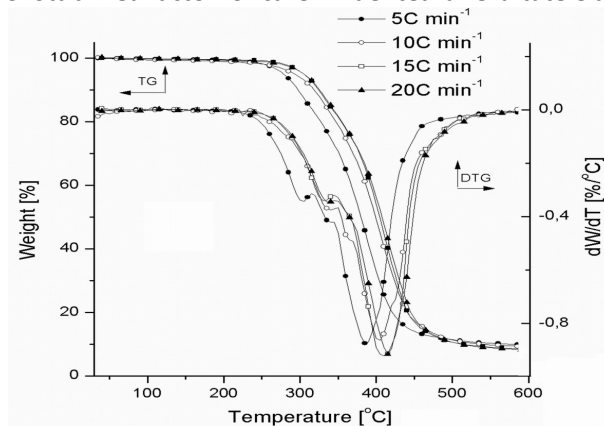


Fig.6

Rezultatele analizei termogravimetrice pot fi influentate de: forma probelor analizate si viteza de incalzire. Caracteristicile probei exercita o influenta complexa asupra curbelor TG. S-a constatat ca proprietatile termice ale pulberilor difera substantial de cele ale probelor cu dimensiuni mai mari. Efectul vitezei de incalzire asupra pozitiei si formei curbelor TG se explica prin aceea ca modificarea acestui parametru afecteaza procesele de transfer termic si de masa. In general termogramele se deplaseaza pe axa temperaturii spre valori mai mari cu cresterea vitezei de incalzire (Fig. 6).

3. Modificarea proprietatilor in timpul degradarii fotochimice a sistemelor polimerice multicomponente

3. 1. Stabilirea influentei lungimii de unda si a dozei de iradiere asupra polimerilor studiati. Lumina solara si in special portiunea UV din spectrul luminii solare este responsabila pentru initierea degradarii fotochimice. In principiu, fotodegradarea polimerilor este un efect al disparitiei energiei moleculelor excitate fotochimic si reprezinta una din etapele procesului fotochimic primar. Acest proces poate determina fie scindarea macromoleculei excitate cu aparitia in sistem de noi fragmente macromoleculare cu mase moleculare mai reduse, ceea ce modifica polidispersitatea sistemului, fie stabilirea de legaturi chimice intercatenare cu lanturile polimerice din vecinatate si

formarea unor structuri reticulate, avand ca rezultat final cresterea maselor moleculare si scaderea solubilitatii. O data initiata pe aceasta cale, degradarea polimerilor continua de obicei prin procese fotochimice secundare (e.g. fotooxidare) la care participa alaturi de lanturile polimere initiale, oxigenul si substantele rezultate din procesul fotochimic primar. Structura celor mai multi polimeri este constituita in principal din legaturi covalente de tipul C-X, (unde X poate fi: C, O, halogen, N sau P), iar aceste legaturi absorb mai mult sau mai putin radiatiile cu lungime de unda mai mare de 200 nm.

3. 2. Studiul cineticii de fotodegradare.

In studiile cinetice pentru foto-degradarea retelelor polimerice semi-interpenetrare (SIPN) pe baza de poliuretan (PU) si rasina epoxidica (ER), s-a urmarit variatia semnalelor FTIR de la numerele de unda 1492-1570 cm^{-1} specifice si 1750-1716 cm^{-1} , specifice legaturii uretanice si respectiv structurilor esterice din poliuretan.

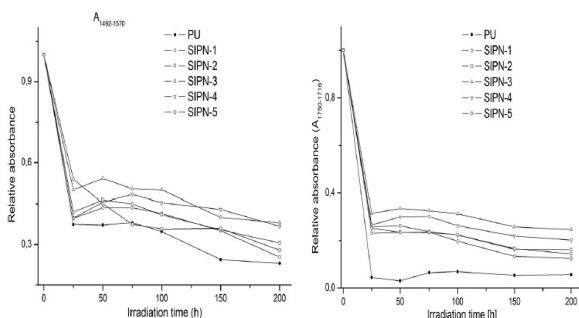
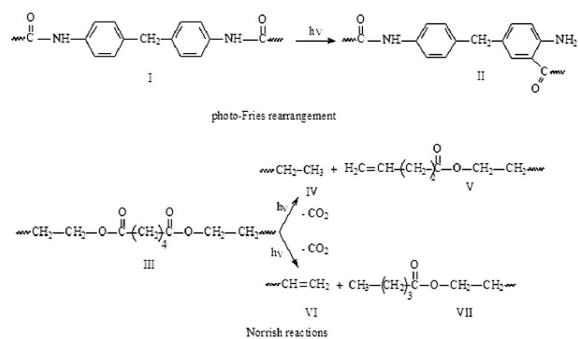


Fig. 7 Cele mai mari schimbari au aparut in primele 25h de iradiere. Dupa 200h de iradiere, cea mai importanta pierdere de legaturi uretanice a avut loc in structura PU datorita rearanjarilor de tip foto-Fries. O explicatie a acestui comportament poate fi legata de transparenta ridicata filmului de PU in comparatie cu retelele studiate care sunt mult mai opace, radiatia UV penetrand mai profund filmul de PU decat retelele. Scaderea semnificativa a valorii absorbantei specifice structurii esterice cu valoarea picului la 1727 cm^{-1} poate fi observata in primele 25h ore de iradiere (Fig. 7).

Cele mai mari pierderi de legaturi esterice au fost identificate pentru PU si retea continand 40% ER reticulata. Poate fi observat din fig. ca odata cu cresterea continutului de ER reticulata peste 20% apare un fenomen de protejare a segmentelor „soft” din PU, datorita cresterii opacitatii cu continutul de ER reticulata si generari de microseparari de faza. Acest aspect poate explica o tendinta de scadere a concentratiei entitatilor carbonilice din segmentele moi ale PU din proba cu 40% ER reticulata in timpul iradierii.

3.3. Stabilirea mecanismelor de fotodegradare

Dupa 200h de iradiere, cea mai importanta pierdere de legaturi uretanice a avut loc in structura PU datorita rearanjarilor de tip foto-Fries, care constau in formarea unor structuri orto-aminoesterice si ramificari de lant. Acest proces conduce la cresterea afinitatii S-IPN-urilor pentru moleculele de apa. Fotodegradarea structurilor esterice prin reactii de tip Norrish are loc prin eliminarea de CO_2 , conducand la variatii de masa in structurile studiate, micșorarea masei moleculare si cresterea polidispersitatii.



4. Asigurarea cadrului de implementare a proiectului. Imbunatatirea procesului de implementare

4.1 Completarea bazei de date web a proiectului

Baza de date a proiectului a fost reactualizata si se gaseste la adresa: <http://www.icmpp.ro/mcps/ro/>

4.2. Diseminarea rezultatelor obtinute

Lucrari stiintifice: 12

1. D. Rosu, L. Rosu, C.-D. Varganici, The thermal stability of some semi-interpenetrated polymer networks based on epoxy resin and aromatic polyurethane, *J. Anal. Appl. Pyrol.* 100, 103-110 (2013); IF=2,560; SI=1,244
2. C.-D. Varganici, O. Ursache, C. Gaina, V. Gaina, B.C. Simionescu, Studies on new hybrid materials prepared by both Diels-Alder and Michael addition reactions, *J. Therm. Anal. Calorim.* 111(2), 1561-1570 (2013); IF=1,982; SI=0,548
3. C.-A. Teaca, D. Rosu, R. Bodirlau, L. Rosu, Structural changes in wood under artificial UV light irradiation determined by FTIR spectroscopy and color measurements – A brief review, *BioResources* 8(1), 1478-1507 (2013); IF=1,309; SI=1,322
4. S.F. Patachia, M.-T. Nistor, C. Vasile, Thermal behavior of some wood species treated with ionic liquid, *Ind. Crops and Prod.* 44, 511-519 (2013); IF=2,468; SI=1,731
5. M.-T. Nistor, C. Vasile, TG/FT-IR/MS study on the influence of nanoparticles content on the thermal decomposition of the starch/poly(vinyl alcohol) montmorillonite nanocomposites, *Iranian Polym. J.* 22(7), 519-536 (2013); IF=1,053; SI=0,540
6. C.-D. Varganici, L. Rosu, D. Rosu, B.C. Simionescu, Miscibility studies of some semi-interpenetrating polymer networks based on an aromatic polyurethane and epoxy resin, *Composites Part B: Eng.* 50, 273-278 (2013); IF=2,143; SI=2,722
7. O. M. Paduraru, A. Bosinceanu, G. Tantau, C. Vasile, Effect of hydroxypropyl-cyclodextrin on the solubility of an antiarrhythmic agent, *Ind. Eng. Chem. Res.* 52, 2174-2181 (2013); IF=2,206; SI=1,911
8. C.-D. Varganici, O. Ursache, C. Gaina, V. Gaina, D. Rosu, B.C. Simionescu, Synthesis and characterization of a new thermoreversible polyurethane network, *Ind. Eng. Chem. Res.* 52(15) 5287-5295 (2013); IF=2,206; SI=1,911

9. R. Bodirlau, C.-A. Teaca, D. Rosu, L. Rosu, C.-D. Varganici, A. Coroaba, Physico-chemical properties investigation of softwood surface after treatment with organic anhydride, *Central Eur. J Chem.* **11(12)**, 2098-2106 (2013), IF=1,167; SI=0,655
10. M.-T. Nistor, A. Chiriac, L. Nita, I. Neamtu, C. Vasile; Semi-interpenetrated network with improved sensitivity based on poly(N-isopropylacrylamide) and poly(aspartic acid), *Polym. Eng. Sci.* (2013), publicata on-line, DOI: 10.1002/pen.23488; IF=1,243; SI=1,349
11. M.-T. Nistor, C. Vasile, A.P. Chiriac; Hybrid collagen-based hydrogels with embedded montmorillonite nanoparticles, *Appl. Clay Sci.* (2013), *trimisa la publicare*; IF=2,342; SI=1,268
12. O. Ursache, C. Gaina, V. Gaina, N. Tudorachi, A. Bargan, C.-D. Varganici, New Diels-Alder thermoresponsive networks based on ether-urethane bismaleimide-functionalized poly(vinyl alcohol), *Ind. Eng. Chem. Res.* (2013), *trimisa la publicare*; IF=2,206; SI=1,911

Lucrari prezentate la manifestari stiintifice: 9 (comunicari: 3 si postere: 6)

European Polymer Congress – EPF 2013, Pisa, Italia, 16-21 Iunie, 2013

1. C.-D. Varganici, L. Rosu, D. Rosu, B.C. Simionescu; Semi-interpenetrating polymer networks based on an aromatic polyurethane and epoxy resin. Miscibility studies (**COMUNICARE**)
2. D. Rosu, C.-C. Gavat, L. Rosu, C.-D. Varganici; Cellulose fabrics painted with some reactive azotriazine dyes. Photochemical behaviour (**POSTER**)
3. L. Rosu, C.-D. Varganici, D. Rosu; Semi-interpenetrating polymer networks based on an aromatic polyurethane and epoxy resin. Surface properties modifications (**POSTER**)
4. F. Mustata, I. Bicu, D. Rosu, C.-D. Varganici; Epoxy monomers based on methyl ester of corn oil (**POSTER**)
5. R. Bodirlau, C.-A. Teaca, D. Rosu; Organic anhydride treatment of softwood to improve its weathering protection (**POSTER**)
6. C.-A. Teaca, R. Bodirlau, I. Spiridon, N. Tudorachi; Multi-component polymer systems comprising modified starch microparticles and different natural fillers (**POSTER**)

ZILELE ACADEMICE IESENE, A XXIV-a sesiune de comunicari stiintifice a Institutului de Chimie Macromoleculara „Petru Poni” Iasi, “PROGRESE ÎN STIINTA COMPUSILOR ORGANICI SI MACROMOLECULARI”, Iasi, 3 - 5 oct. 2013

7. C.-D. Varganici, A. Coroaba, R. Bodirlau, C.-A. Teaca, L. Rosu, D. Rosu; Studiul proprietatilor structurale si termice ale lemnului modificat chimic (**POSTER**)
8. C.-D. Varganici, D. Rosu, L. Rosu, B.C. Simionescu; Epoxy and polyurethane based S-IPNs as coating materials. Miscibility through thermal studies (**COMUNICARE**)
9. O.-M. Mocanu (Paduraru), C.-D. Varganici, L. Rosu, D. Rosu; Studiul degradarii termice a hidrogelurilor de poli(alcool vinilic)/celuloza prin analiza TG/FTIR-MS (**COMUNICARE**)

Alte activitati:

Proiect de cercetare sustinut in cadrul pregatirii doctorale:

Studii de miscibilitate a unor semiinterpenetrate pe baza de rasina epoxidica si poliuretan aromatic, drd. Cristian-Dragos Varganici
Raport de cercetare sustinut in cadrul pregatirii doctorale:

1. **Stabilitatea termica a unor semi-interpenetrate pe baza de rasina epoxidica si poliuretan aromatic**, drd. Cristian-Dragos Varganici
Teze de doctorat sustinute public:

1. **Rețele interpenetrate pe baza de colagen sau acid poliaspartic cu aplicatii in medicina si farmacii**, 18 iunie 2013, drd. Manuela-Tatiana Nistor

2. **Sisteme polimere multicomponente continand polizaharide**, 20 iunie 2013, drd. Oana-Maria Paduraru

Teza de dizertatie masterat:

Studiul prin difractometrie cu radiatii X a unor polimeri si compozite polimere, iunie 2013, masterand Elena Marlica

O parte din continutul acestor teze reprezinta rezultate obtinute si raportate in cadrul acestui proiect.

4.3. Asigurarea resurselor necesare. Intocmirea raportului de etapa.

Echipa de cercetare implicata in proiect a realizat urmatoarele activitati:

- sedinte de lucru lunare cu membrii echipei;
- activitati de consiliere a doctoranzilor de catre cercetatorii seniori;
- organizarea de paneluri ale seniorilor din echipa pentru rezolvarea problemelor stiintifice;
- elaborare de articole si trimiterea spre publicare in jurnale cotate ISI;
- stabilirea si procurarea necesarului de materiale pentru desfasurarea programului de cercetare;
- planificarea resurselor umane, materiale si financiare pentru etapa urmatoare;
- planificarea activitatii de achizitie, intocmirea documentatiei pentru achizitie;
- urmarirea fluxului de aprovizionare si a modului de utilizare a fondurilor;
- intocmirea raportului de etapa 2013 (stiintific, financiar) si a raportului stiintific sintetic pentru perioada 2011-2013.

In vederea dezvoltarii si implementarii structurii manageriale, membrii echipei de cercetare s-au intrunit lunar si au stabilit planul de activitati detaliat. S-a urmarit comunicarea eficienta si operativa a problemelor administrative, tehnice si financiare atat in interiorul echipei de cercetare, cat si cu autoritatea contractanta. Intreaga echipa de cercetare a fost implicata in elaborarea raportului de etapa. S-a intocmit dosarul necesar pentru realizarea auditului financiar independent 2013.

Echipa de cercetare a indeplinit obiectivele propuse cu un grad total de realizare.

Director proiect,

Dr. Dan Rosu

