

ISBN 978-9940-611-04-0



COAST

INTERNATIONAL CONFERENCE
ON ADVANCES IN SCIENCE
AND TECHNOLOGY

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

PROCEEDINGS COAST 2022

FACULTY OF MANAGEMENT HERCEG NOVI

HERCEG NOVI, MONTENEGRO

26-29 MAY 2022

ORGANIZER



FAKULTET ZA MENADŽMENT HERCEG NOVI

I INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

PROCEEDINGS COAST 2022

HERCEG NOVI, 26-29 MAY 2022

CO-ORGANIZERS

I INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
COAST 2022



Novosibirsk State
Technical University
NETI



YAROSLAV-THE-WISE
NOVGOROD STATE
UNIVERSITY



Nikola Tesla
UNIVERZITET UNION



ST. PETERSBURG STATE
UNIVERSITY
OF FILM AND TELEVISION



УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
UNIVERSITY
UNIVERSITET



University of Maribor

Faculty of Tourism



PROJECT
MANAGEMENT
COLLEGE



VUB

VISOKA ŠKOLA ZA USLUŽNI BIZNIS



UNIVERZITET PIM BANJA LUKA
UNIVERZITET ZA POSLOVNI INŽENJERING I MENADŽMENT

University
under the IPA EurAsEC



PROCEEDINGS

I INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
COAST 2022

Book title:

Proceedings COAST 2022

Organizer and publisher:

Faculty of Management Herceg Novi

For publisher:

Irena Petrušić, PhD, Dean

Editorial board:

Đorđe Jovanović, PhD, Irena Petrušić, PhD,
Nikša Grgurević, PhD, Dragan Đurčić, PhD

Design and Computer processing:

Sanja Samardžić, MSc, Dragana Savić, Spec. Sci

CIP - Каталогизacija у публикацији
Национална библиотека Црне Горе, Цетиње

INTERNATIONAL conference on advances in science and technology (I ; 2022 ;
Herceg Novi)

Proceedings/International conference on on advances in science and technology,
Herceg Novi, May, 26-29, 2022 = Zbornik radova / Međunarodna konferencija o
savremenim dostignućima u nauci i tehnologiji, Herceg Novi, 26-29 maj 2022.
godine : Fakultet za menadžment, 2022 (Herceg Novi). - 1011 стр. : илустр.

Радови на срп. и енгл. језику. - Текст ћир. и лат. - Напомене и библиографске
референце уз текст. - Библиографија уз сваки рад. - Сажети на енгл. и срп.
језику уз радове.

ISBN **978-9940-611-04-0**

COBISS.CG-ID **23232772**

PROCEEDINGS

I INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
COAST 2022

Organizing Committee:

Presidency of the Committee: Đorđe Jovanović, PhD, Irena Petrušić, PhD, Nikša Grgurević, PhD, Secretary of the Committee: Sanja Samardžić, MSc

Beznosova Maria Ivanovna, PhD, Bulatović Dragan, PhD, Đurčić Dragan, PhD, Đurić Dušan, PhD, Jovanović Jovana, PhD, Kartseva Aleksandra, PhD, Kirkorova Lyudmila Alexandrovna, PhD, Klarić Dragan, PhD, Koprivica Suzana, PhD, Kostić Vasilije, PhD, Koščak Marko, PhD, Kusovac Siniša, PhD, Milošević Danijela, PhD, Tsoy Marina Evgenievna, PhD, Vukasović Vlado, PhD, Deretić Žaklina, MSc, Jovanović Mihailo, MSc, Jeknić Vanja, MSc, Lučić Nataša, MSc, Milanović Duško, MSc, Niković Vuk, MSc MD, Poznanović Jelena, MSc, Radojičić Marko, MSc, Vitomirović Nenad, MSc, Vlaović Željko, MSc, Perović Dragana, Spec. Sci, Savić Dragana, Spec. Sci

Scientific and Program Committee:

Abramović Nikola, PhD (**MNE**), Faculty of Business Economics and Law, Bar, Aničić Jugoslav, PhD (**SRB**), University "Union - Nikola Tesla", Belgrade, Barsukova Natalia Valerievna, PhD (**RUS**), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Beznosova Maria Ivanovna (**RUS**), Candidate of economic sciences, Associate Professor, Department of International Cooperation and public relations of Udmurt State University, St. Petersburg, Biočanin Vladimir, PhD (**SRB**), Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Blagojević Marija, PhD (**SRB**), Faculty of Technical Sciences, University of Kragujevac, Čačak, Božilović Zvonimir, PhD (**SRB**), University "Union - Nikola Tesla", Belgrade, Brumen Boštjan, PhD (**SVN**), Faculty of Tourism, University of Maribor, Bulatović Dragan, PhD (MNE), Faculty of Management, Herceg Novi, Chunxia Luo, PhD (CHN), Confucius Institute, Dimitrova Vesna, PhD (**MKD**), Cyril and Methodius University, Skopje, Đuranović Dragan, PhD (**BIH**), University of Business Engineering and Management, Banja Luka

PROCEEDINGS

I INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
COAST 2022

Đurčić Dragan, PhD **(SRB)**, Faculty of Technical Sciences, University of Kragujevac, Čačak, Đurić Đuro, PhD **(MNE)**, Faculty of Business Economics and Law, Bar, Đurić Dušan, PhD **(SRB)**, Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Đurić Sonja, PhD **(ESP)**, University of Valencia, Spain, Đurović Sandra, PhD **(MNE)**, Faculty of Business Economics and Law, Bar, Džombić Ilija, PhD **(BIH)**, University of Business Engineering and Management, Banja Luka, Gouschina Anna, PhD **(RUS)**, Head of International Relations Dept., Novosibirsk State Technical University, Grgurević Nikša, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Grigorieva Natalia Olegovna, PhD **(RUS)**, ICLINIC Medical Center, St. Petersburg, Isakov Irlan Zhangazyevich, PhD **(RUS)**, University at the Inter-Parliamentary Assembly EurAsEC, St. Petersburg, Ivić Mladen **(BIH)**, PhD, University of Business Engineering and Management, Banja Luka, Jaganjac Jamila, PhD **(BIH)**, Faculty of Business Economics, University Vitez, Travnik, Jovanović Jovana, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Jovanović Đorđe, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Jovković Ljiljana, PhD **(SRB)**, MB University, Belgrade, Jurakić Marko, PhD **(HRV)**, Vimal Academy for Human Resources Development, Zagreb, Kartseva Aleksandra, PhD **(RUS)**, University at the Inter-Parliamentary Assembly EurAsEC, St. Petersburg, Kartoshkin Alexandr Petrovich, PhD **(RUS)**, Saint-Petersburg State Agrarian University, Kirkorova Lyudmila, PhD **(RUS)**, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Kirovska Zanina, PhD **(MKD)**, Integrated Business Institute, Skopje, Kirsanova Natalia Pavlovna, PhD **(RUS)**, University at the Eurasec Interparliamentary Assembly, St. Petersburg, Klarić Dragan, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Kojić Dejan, PhD **(BIH)**, University of Business Engineering and Management, Banja Luka, Koščak Marko, PhD **(SVN)**, Faculty of Tourism, University of Maribor, Kuzminykh Olga Borisovna, PhD **(RUS)**, University at the Inter-Parliamentary Assembly EurAsEC, St. Petersburg, Kostić Vasilije, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Koprivica Suzana, PhD **(SRB)**, University "Union - Nikola Tesla", Belgrade, Kusovac Siniša, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Liehuang Zhu, PhD **(CHN)**, Beijing Institute of Technology, Beijing, Lučić Milo, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi,

PROCEEDINGS

I INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
COAST 2022

Martinović Srđa, PhD **(MNE)**, Faculty of Law, University of Montenegro, Podgorica, Mašović Azemina, PhD **(MKD)**, Integrated Business Faculty, Skopje, Milošević Danijela, PhD **(SRB)**, Faculty of Technical Sciences Čačak, University of Kragujevac, Mirović Dejan, PhD **(MNE)**, Faculty of Business Economics and Law, Bar, Moskvicheva Yelena Vladimirovna, PhD **(RUS)**, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Novičević Rajko, PhD **(MNE)**, Faculty of Business Economics and Law, Bar, Omarova Natalia Yurievna, PhD **(RUS)**, Department of Economics, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Ostojić Bojana, PhD **(SRB)**, Faculty of Project and Innovation Management, Belgrade, Pavlović Vladan, PhD **(SRB)**, Faculty of Economics, University of Pristina, Pepić Siniša, PhD **(GBR)**, Apsley Business School, London, Petrušić Irena, PhD **(MNE)**, Faculty of Management Herceg Novi, Pločo Maja, PhD **(BIH)**, Faculty of Law, University Vitez, Travnik, Regazzoni Francesco, PhD **(CHE)**, Università della Svizzera italiana, Lugano, Switzerland, Rummyantseva Anna, PhD **(RUS)**, St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, Saint-Petersburg, Rusakov Arkady Yurievich, PhD **(RUS)**, Doctor of Philosophy, Professor, Department of Project Activities in Cinematography and Television, Saint Petersburg State Institute of Film and Television, Saint-Petersburg, Sadlak Jan, PhD **(BEL)**, IREG Observatory on Academic Ranking and Excellence, Brussels, Tsoi Marina Evgenievna **(RUS)**, head Department of Marketing and Service, Ph.D. Econ. Sciences, Associate Professor, Novosibirsk State, Technical University, Vukasović Vlado, PhD **(MNE)**, Faculty of Management, Herceg Novi, Xiaoqin Sun, PhD **(CHN)**, Changsha University of Science and Technology, Changsha

NOTE:

The authors have full responsibility for the originality and content of their own papers.

Contents/Sadržaj

PLENARNA PREDAVANJA	1
PLENARY LECTURES	
CROSSING THE CHASM WITH THE AYZEN THEORY OF PLANNED BEHAVIOUR.....	2
<i>Dušan Djurić, Irena Petrušić, Sonja Djurić</i>	
CHARACTERIZATIONS OF SOME CLASSES OF FUNCTIONS RELATED TO KARAMATA THEORY (RV AND ERV) LL	7
<i>Dragan Djurčić</i>	
SPATIAL CODES IN MONTENEGRIN LITERATURE AND CULTURE.....	11
<i>Tatjana Đurišić-Bečanović</i>	
INŽINERSTVO I TEHNOLOGIJA; KOMPJUTERSKE NAUKE; MATEMATIKA, LOGIKA I STATISTIKA.....	13
ENGINEERING AND TECHNOLOGY; COMPUTER SCIENCE; MATHEMATICS, LOGIC AND STATISTICS	
KARAKTERISTIKE I SPECIFIČNOSTI MSW U CRNOGORSKOM POMORSTVU	14
CHARACTERISTICS AND SPECIFICS OF MSW IN MONTENEGRIN MARITIME <i>Ana Radulović</i>	
O ZBIRLJIVOSTI I INTEGRABILNOSTI	22
ON SUMMABILITY AND INTEGRABILITY <i>Branko Sarić</i>	
NUMERICAL ANALYSIS OF COVID-19 VIRUS TRANSMISSION IN A VEHICLE	32
<i>Igor Saveljic, Slavica Macuzic Saveljic, Nenad Filipovic</i>	
FUSED DEPOSITION MODELING IN 3D PRINTING	38
<i>Strahinja Đurović, Dragan Lazarević, Živče Šarkoćević, Milan Blagojević, Bojan Stojčević</i>	
MODERNA KUĆA U TRADICIONALNOM GRADU: PORODIČNA KUĆE ARHITEKTE TOMISLAVA MILOVANOVIĆA	43
MODERN HOUSE IN A TRADITIONAL CONTEXT: PERSONAL MANSION OF THE ARCHITECT TOMISLAV MILOVANOVIĆ <i>Danilo Dragović, Branko Slavković, Julija Aleksić, Lejla Zećirović</i>	
PRIMENA BUSINESS INTELLIGENCE REŠENJA U POSLOVANJU TELEKOM-OPERATORA APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE SOLUTIONS IN TELECOM-OPERATORS' BUSINESS.....	63
<i>Saša Stamenković, Tijana Radojević</i>	
PRAKTIČNA PRIMJENA OUT-OF-KILTER ALGORITMA.....	64
PRACTICAL APPLICATION OF OUT-OF-KILTER ALGORITHM <i>Irma Ibrišimović, Zoran Jasak, Aldijana Omerović, Elvir Čajić</i>	

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, HSA/DNA BINDING OF NEW LIGAND S,S-PROPYLENEDIAMINE-N,N'-DI-(2,2'-BENZYL)ACETIC ACID AND THERE CORRESPONDING PALLADIUM(II) COMPLEX	311
<i>Verica Jevtić, Đorđe Petrović, Sandra Jovičić Milić, Danijela Stojković, Maja Đukić</i>	
THE INTERACTIONS OF NEW MONONUCLEAR RUTHENIUM(III) COMPLEXES WITH DNA AND BSA	319
<i>Biljana Petrovic, Ana Rilak Simovic, Rada Baošić, Milica Medjedovic</i>	
PREDICTING THE IDEAL WEIGHT IN THE PROCESS OF HEMODIALYSIS IN CHILDREN USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	330
<i>Marija Blagojevic, Danijela Milošević, Katarina Mitrović, Mirjana Kostić, Dušan Paripović</i>	
ANTICANCER ACTIVITY OF SELECTED β -DIKETONATES	336
<i>Emilija Milović, Nenad Joksimović, Jelena Petronijević, Nenad Janković, Dejan Baskić</i>	
LEVELS OF RADIOACTIVITY OF NATURAL RADIONUCLIDES AND ^{137}Cs ON CHARACTERISTIC LANDFILLS AND NATURAL HABITATS IN SERBIA	340
<i>Milena Zivkovic, Dragana Krstic, Tatjana B. Miladinovic, Filip Grbovic, Snezana Brankovic</i>	
EFFECT OF USING BIOCOMPATIBLE IONIC LIQUIDS AS COSOLVENTS ON THE REACTIONS OF RH(III) COMPLEXES WITH 5'-GMP, AND CT-DNA, AS WELL AS ON THEIR CYTOTOXIC EFFECT	346
<i>Angelina Z. Caković, Dušan S. Čočić, Marko Živanović, Jelena Pavić, Katarina Virijević, Nenad Janković, Milan Vraneš, Jovana V. Bogojeski</i>	
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE FRICTION GEOMODIFIER ON THE PERFORMANCE OF TRIBO- CONJUGATIONS	357
<i>Alexandr Evseev, Aleksei Antipov</i>	
INFLUENCE OF CULTIVATION TIME ON THE PRODUCTION OF <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> BIOCONTROL AGENT	365
<i>Ivana Mitrović, Bojan Mitrović, Sonja Tančić Živanov, Božana Purar, Zorana Trivunović, Jelena Dodić</i>	
XANTHAN BIOSYNTHESIS ON WINERY WASTEWATERS IN LABORATORY BIOREACTOR	372
<i>Zorana Trivunović, Siniša Dodić, Jovana Grahovac, Ivana Mitrović, Jelena Dodić</i>	
DESMID FLORA OF OKRUGLICA LAKE (MT. GOLIIJA, SERBIA)	382
<i>Sanja Šovran</i>	
KORELACIJA IZMEĐU NAČINA AKTIVIRANJA MONTMORILONITA K10 I SADRŽAJA FORMALDEHIDA U UREA-FORMALDEHIDNIM KOMPOZITIMA	389
CORRELATION BETWEEN METHODS OF ACTIVATION OF MONTMORILONITE K10 AND FORMALDEHYDE CONTENT IN UREA-FORMALDEHYDE COMPOSITES	
<i>Mirjana Ristić, Suzana Samaržija-Jovanović, Vojislav Jovanović, Branka Petković, Marija Kostić, Tijana Jovanović, Milena Marinović-Cincović</i>	

KORELACIJA IZMEĐU NAČINA AKTIVIRANJA MONTMORILONITA K10 I SADRŽAJA FORMALDEHIDA U UREA-FORMALDEHIDNIM KOMPOZITIMA

Mirjana Ristić¹, Suzana Samaržija-Jovanović¹, Vojislav Jovanović¹, Branka Petković¹,
Marija Kostić², Tijana Jovanović³, Milena Marinović-Cincović⁴

¹Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Prištini-Kosovska Mitrovica, Kosovska
Mitrovica, Srbija

²Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

³Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija

⁴Institut za nuklearne nauke Vinča – Nacionalni institut Republike Srbije, Univerzitet u
Beogradu, Srbija

E-mail adresa autora za korespondenciju: suzana.samarzija@pr.ac.rs (S. Samaržija-
Jovanović)

SAŽETAK:

U ovom radu je izvršeno poređenje načina aktiviranja montmorilonita (MMT) K10 sa sadržajem formaldehida (FA) u urea-formaldehidnim (UF) kompozitima. Uzorci MMT-a K10 su aktivirani na dva načina: termički i pomoću sumporne kiseline. Nakon aktiviranja MMT-a izvršena je in situ sinteza UF kompozita pod istim uslovima. Sintetisano je ukupno tri UF kompozita i to: referentni UF kompozit koji sadrži nemodifikovan MMT (UF/K10), UF kompozit koji sadrži termički aktiviran MMT (UF/ Δ K10) i UF kompozit koji sadrži aktiviran MMT sumpornom kiselinom (UF/SKK10). Karakterizacija različito aktiviranih MMT-a i UF/MMT kompozita je izvršena pomoću skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM), rentgenografske analize (XRD), termogravimetrijske analize (TG/DTG) i infracrvene spektroskopije (FTIR). Step en uspešnosti aktivacije MMT-a je praćen određivanjem specifične površine (SP) MMT-a pomoću Sirsove metode. Na osnovu dobijenih vrednosti za SP može se zaključiti da je izvršena uspešna aktivacija K10, na oba načina, jer se vrednost povećala kod oba uzorka u odnosu na nemodifikovani K10 sa 74.2 m²/g na 317.4 m²/g za Δ TK10 i 183.0 m²/g za SKK10. Sadržaj slobodnog FA je određivan bisulfitnom metodom. Dobijeni rezultati pokazuju da postoji korelacija između načina aktiviranja MMT-a K10 i sadržaja FA u ispitivanim UF/MMT kompozitima. Najmanji sadržaj FA je određen kod UF/SKK10 kompozita i iznosi 0.06% u odnosu na uzorak UF/K10 koji sadrži 0.50% FA a UF/ Δ TK10 ima 0.90% slobodnog FA.

Ključne reči: Aktivacija, specifična površina, montmorilonit, slobodan formaldehid, urea-formaldehidni kompozit

1. UVOD

Urea-formaldehidne smole (UF) su polikondenzacioni proizvodi uree-(NH₂)₂CO i formaldehida-CH₂O i pripadaju grupi veoma važnih adheziva [1,2]. Uprkos nekim prednostima kao što su niža cena, brzo očvršćavanje, dobre performanse u panelu,

rastvorljivost u vodi i bezbojnost, UF adhezivi takođe imaju kritičan nedostatak: emisiju formaldehida (FA) iz lepljenih panela. Zbog emisije FA iz drvenih proizvoda lepljenih UF adhezivom, poželjno je da procenat slobodnog FA u samoj smoli bude što manji, jer je poznato da FA ima štetno dejstvo na čoveka, odnosno ceo živi svet. Nivo oslobođenog FA je direktno povezan sa neizreagovanim FA u smoli i otpornošću smole na vlagu i tečnosti [3,4]. Formaldehid koji se emituje iz UF smola nastaje iz nekoliko izvora: a) neizreagovani formaldehid iz smole; b) formaldehid koji se oslobađa zbog konverzijom etarskih veza u metilenske veze i c) formaldehid koji se oslobađa usled hidrolitičke degradacije slabih veza u umreženoj smoli. Svi ovi faktori formiraju izvore i generišu procese za dugotrajnu emisiju FA [1]. Smanjenjem sadržaja FA u formulaciji ovakvih smola smanjuje se količina terminalnih $-CH_2OH$ grupa, koje su reaktivnije od metilenskih $-CH_2-$ grupa. S druge strane, niži molarni odnos FA/U omogućava stvaranje kristalnog okvira, koji ometa prodiranje vode u ostatak materijala, čineći reaktivne grupe manje dostupnim za hidrolizu [1].

Pare formaldehida jako nadražuju disajne puteve. Koncentracije od 10 do 20 ppm otežavaju disanje, a koncentracije od 650 ppm mogu uzrokovati i smrt za samo nekoliko minuta. Često udisanje para niskih koncentracija mogu uzrokovati hronična oboljenja disajnih puteva. Simptomi su individualni. Pojedine osobe mogu da osećaju simptome, kao što su iritacija očiju, grla, umor, glavobolja i mučnina, usled izloženosti i niskoj koncentraciji formaldehida od 0.1 do 1 ppm. Osim slobodnog FA, u samoj smoli, koji se spontano emituje, zbog niske otpornosti na vlagu, može doći do hidrolize UF smole što podrazumeva raskidanje samih veza u smoli (metilenetarskih) i dodatne emisije formaldehida u okolinu [1]. Zbog toga je potrebno redukovati emisiju FA iz proizvoda lepljenih UF adhezivom. To se može postići na više načina. Prvi je da se smanji odnos FA i uree (U) pri sintezi a drugi je da se tokom sinteze koriste jedinjenja koja su poznata kao "hvatači" slobodnog formaldehida u smoli kao što su na primer SiO_2 [5], TiO_2 [6], montmorilonit (MMT) [2, 7] i dr.

Podaci iz literature [8, 9] pokazuju da UF smole sa manjim molarnim odnosom FA/U imaju manji sadržaj metilol grupa i gotovo su linearne strukture, što dovodi do niže sorpcije vode i jačih H-veze između lanaca UF smole. U toku reakcije nastajanja UF smole, krajnji reakcioni proizvodi između U i FA se kreću u rangu od jednostavnih monometilolurea do veoma komplikovanih trodimenzionalnih umreženih struktura. Formiranje linearnih kondenzacionih proizvoda počinje na nižim temperaturama u slučaju da smola sadrži veliki udeo reaktivnih metilolnih grupa.

MMT je zbog svojih fizičko-hemijskih i sorpcionih svojstava često korišćeni materijal u zaštiti životne sredine i prečišćavanju vode. MMT spada u grupu smektita koji se odlikuju troslojnom TOT strukturom (2:1) u kojoj je Al-oktaedarski sloj u sendviču između dva tetraedarska sloja SiO_4 . Slojevi su međusobno odvojeni međuslojnim prostorom u kome se nalazi voda i izmenljivi katjoni i zbog toga se mogu približavati i udaljavati jedan od drugog u zavisnosti od broja i veličine katjona. Jedna od karakteristika MMT-a, bubrenje, proizilazi upravo iz njegove sposobnosti da zadrži vodu u međuslojnom području [10]. Modifikacijom MMT-a može se uticati na njegove strukturne osobine kao što su hemijska struktura, zamenljivi katjoni u međusloju, teksturna svojstva kao što su poroznost, specifična površina-SP ili kisela svojstva. Polimeri na bazi MMT-a imaju široku primenu u oblasti nauka o materijalima i tehnologijama, zbog poboljšanja pojedinih svojstava dobijenih polimera [11]. Neke od metoda koje se koriste za modifikovanje MMT-a su kisela aktivacija, kalcinacija, pilarenje, aktivacija ultrazvučnim talasima itd.

U ovom radu je izvršeno poređenje načina aktiviranja montmorilonita (MMT) K10 pomoću sumporne kiseline i temperature, sa sadržajem slobodnog FA u UF/MMT kompozitima.

2. MATERIJALI I METODE RADA

U eksperimentalnom radu su za sintezu UF kompozita korišćeni sledeći reagensi i materijali: Urea - $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Alkaloid-Skopje, Severna Makedonija), 35% formaldehid - CH_2O (Unis-Goražde, Bosna i Hercegovina); montmorilonit – MMT K10 (Sigma-Aldrich Chemistry, Nemačka) sa specifičnom površinom od 220-270 m^2/g kao adsorbens. Svi ostali reagensi i rastvori korišćeni u analitičkim metodama su bili analitičke čistoće.

Modifikacija montmorilonita: Montmorilonit K10 je modifikovan metodom kisele i termičke aktivacije [12].

Određivanje specifične površine: Specifična površina adsorbenta je određena primenom Sirs-ove metode [13]. Zapremina (V) potrebna za podizanje pH sa 4 na 9 se beleži i SP se određuje pomoću jednačine (1):

$$SSA \text{ (m}^2/\text{g)} = 32 \cdot V - 25 \quad (1)$$

Karakterizacija modifikovanih montmorilonita i UF/MMT kompozita: FTIR spektri snimljeni su na sobnoj temperaturi u opsegu talasnih brojeva od $4.000\text{--}500 \text{ cm}^{-1}$ na Nikolet spektrofotometru (Model 380, Thermo Nicolet Corporation, Madison, SAD), sa 64 skeniranja za svaki spektar i spektralnom rezolucijom od 4 cm^{-1} .

Termička stabilnost je ispitivana neizotermalnom termogravimetrijom (TG) korišćenjem Setaram Setsys Evolution 1750 instrumenta (Francuska). Uzorci su zagrevani od 30°C do 800°C sa protokom gasa argona od $20 \text{ cm}^3/\text{min}$ i brzinom zagrevanja od $10^\circ\text{C}/\text{min}$. SEM fotografije su snimljene Tescan FE-SEM Mira 3 KSMU skenirajućim elektronskim mikroskopom. Pre snimanja, uzorci su napareni zlatom na Polaron SC503, Fisons instrumentu. Za XRD analizu ispitivanih uzoraka korišćen je difraktometar Rigaku Smart Lab (Japan). Difraktogram je snimljen u oblasti difrakcije 2θ od 10° do 80° brzinom od $10^\circ/\text{min}^{-1}$ sa korakom od 0.02° .

Sinteza UF kompozita: Sinteza UF/MMT kompozita je izvrena prema proceduri [6].

Procenat slobodnog FA je određivan sulfatnom metodom [14, 15]. Procenat slobodnog FA je računat iz jednačine (2):

$$FA(\%) = \frac{V \cdot c \cdot E \cdot 100}{1000 \cdot a} \quad (2)$$

gde je V - zapremina HCl (cm^3), c je koncentracija HCl (mol dm^{-3}), E je ekvivalentna masa FA, a a je masa uzorka (g).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

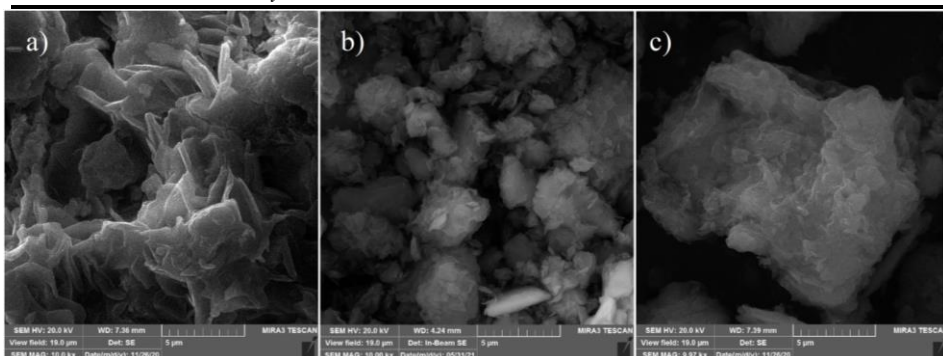
U tabeli 1 su prikazane vrednosti za SP, određene po Sirsovoj metodi, nemodifikovanog K10 i različito aktiviranih K10. SP nemodifikovanog K10 iznosila je $74.2 \text{ m}^2/\text{g}$. Nakon primene različitih metoda aktivacije, SP je bila $317.4 \text{ m}^2/\text{g}$ za uzorak aktiviran temperaturom ΔK10 i $183.0 \text{ m}^2/\text{g}$ za uzorak aktiviran kiselinom SKK10. Na osnovu rezultata za SP modifikovanih MMT-a može se reći da je aktivacija izvršena uspešno jer je kod oba uzorka došlo do povećanja vrednosti za SP u odnosu na nemodifikovani K10.

Tabela 1. Vrednosti za SP neaktiviranog i modifikovanih MMT kao i sadržaj slobodnog FA u UF/MMT kompozita

MMT	SP (m ² /g)	Kompozit	Slobodni FA (%)
K10	74.2	UF/K10	0.46
ΔK10	317.4	UF/ΔK10	0.90
SKK10	183.0	UF/SKK10	0.06

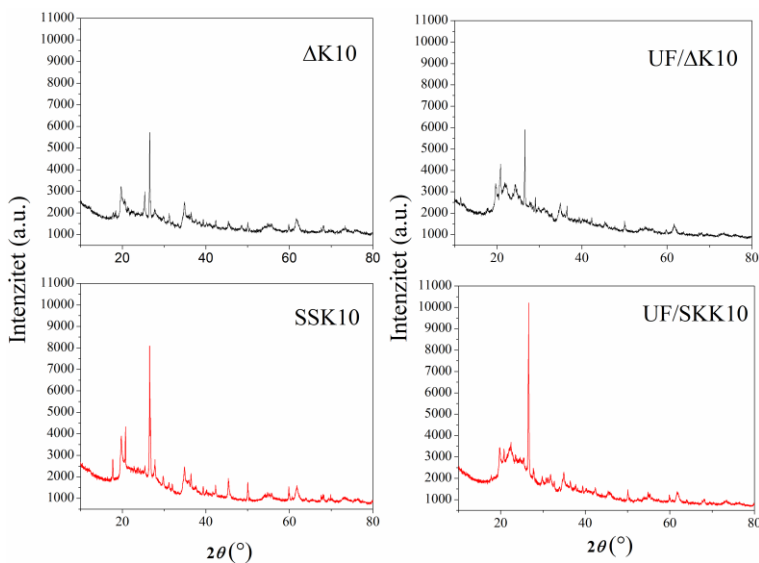
Termički aktiviran montmorilonit ΔK10 menja sorpciona svojstva, strukturu i sastav. Tokom termičke aktivacije MMT-a, koja predstavlja metodu fizičke modifikacije, dolazi do odigravanja četiri reakcija: a) dehidracije (gubi se voda iz interlaminarnog sloja na temperaturama većim od 220°C), b) dehidroksilacije (nastaje u temperaturnom intervalu od 350-1000°C), c) razgradnje i g) rekristalizacije [16]. Povećanje vrednosti za SP se može objasniti činjenicom da je tokom termičke obrade kristalna struktura montmorilonita K10 narušena procesima dehidracije i dehidroksilacije. Aktivacija MMT neorganskim kiselinama ili kisela aktivacija je metoda hemijske modifikacije. Izvodi se radi poboljšanja fizičko-hemijskih karakteristika gline kako bi se proširio obim njene primene u industriji. Ovaj proces izaziva povećanje SP, kiselosti, uvodi trajnu mezoporoznost [17] i uklanja metalne jone iz kristalnog sloja (oktaedarske jone kao što su Al, Fe, Mg i okside alkalnih metala, kao i tetraedarske jone). Iz tabele 1 se može videti da je sadržaj slobodnog FA u modifikovanom UF/SKK10 kompozitu manji (0,06%) u poređenju sa UF/ΔK10 i UF/K10 kompozitima (0.90% i 0.46%). Na površini čestica K10 nalaze se silanolne i nekondenzovane –OH grupe koje predstavljaju potencijalna aktivna mesta za hvatanje FA. MMT ima takođe i Si–O/Al–O grupe, O–Al–O grupe, O–Si–O grupe, –OH grupe iz H₂O i –OH grupe iz Si–OH i Al–OH grupa (slika 3). Broj aktivnih mesta je u direktnoj vezi sa SP (smanjenjem specifične površine smanjuje se i broj aktivnih centara). Do neslaganja rezultata za sadržaj slobodnog FA za UF/ΔK10 u odnosu na vrednost SP za ΔK10 je verovatno došlo usled aglomeracije čestica ΔK10, usled čega su mnoge –OH grupe nepovratno izgubljene za vezivanje FA iz UF/ΔK10 kompozita

SEM fotografije nemodifikovanog i različito aktiviranih MMT-a K10 su dati na slici 1. Slika 1 jasno pokazuje da postoje razlike u strukturi između K10 (slika 1a) i ΔK10 i SKK10 (slika 1b i 1c). Po strukturi su sličniji modifikovani uzorci MMT-a (1b i 1c) jer je slojevita struktura MMT-a narušena pod uticajem temperature procesima dehidracije i dehidroksilacije, kao i „ispiranjem“ metalnih jona pod uticajem sumporne kiseline. što je dovelo da uzorci imaju „ravniju“ površinu u odnosu na nemodifikovan K10.



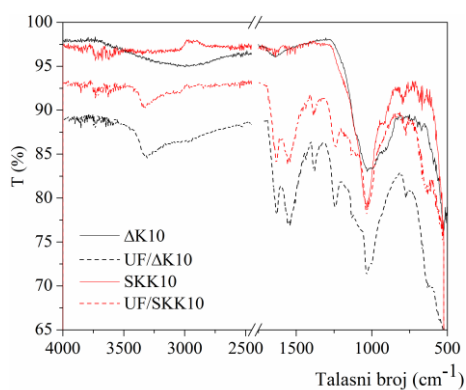
Slika 1. SEM fotografije nemodifikovanog K10 (a), Δ K10 (b) i SKK10 (c) sa uvećanjem od 10000X.

Na slici 2 su prikazani XRD difraktogrami različito aktiviranih MMT-a i UF/MMT kompozita. Na osnovu podataka iz literature, montmorilonit K10 se sastoji od gline, minerala, kvarca, muskovita i malih količina feldspata i kaolina [18, 19]. Muskovit je primarna faza K10 koji pripada grupi minerala liskuna, dok je sekundarna faza montmorilonit [20]. Vrednosti pikova na 2θ koji potiču od kvarca su 26.58° , 26.58° , 26.61° i 26.67° za Δ K10, SKK10, UF/ Δ K10 i UF/SKK10 kompozit. Intenzitet pikova opada sa načinom modifikacije K10 što je u direktnoj vezi sa nižom kristaliničnošću MMT-a. Pikovi sa vrednostima 2θ od 20.91° , 21.93° i 24.36° kao i 20.82° , 22.46° , i 23.52° su tipični u XRD spektru za UF/ Δ K10 i UF/SKK10 kompozit i potiču od UF smole, što je u saglasnosti sa radom Liu i saradnika [21].



Slika 2. XRD difraktogrami različito aktiviranih MMT-a i UF/MMT kompozita
Na slici 3 su prikazani FTIR spektri Δ K10, SKK10 i UF/MMT kompozita. Sa slike 3 se jasno vidi da FTIR spektri modifikovanih MMT-a imaju sličan izgled a to se odnosi i na njihove

UF kompozite. Široka traka na 3033 cm^{-1} za ΔK10 i 1636 cm^{-1} je karakteristična za istežuće vibracije $-\text{OH}$ grupe, a takođe i za deformacione vibracije $-\text{OH}$ grupe u molekularnoj vodi. FTIR spektri za oba uzorka (ΔK10 i SKK10) pokazali su oštru traku sa centrom na oko 1030 cm^{-1} , što je karakteristično za rastežuće vibracije $\text{Si}-\text{O}$ veze u kvarcu. Karakteristična traka na oko 910 cm^{-1} može se pripisati deformacionim savijajućim vibracijama $\text{Al}-\text{OH}-\text{Al}$ aluminata. Trake na 523 cm^{-1} se pripisuju $\text{Si}-\text{O}-\text{Al}$ i $\text{Si}-\text{O}$ savijajućim vibracijama. Karakteristične trake na oko 790 cm^{-1} i 464 cm^{-1} pripada vibracijama istezanja i savijanja $\text{Si}-\text{O}-\text{Fe}$ i istežućim vibracijama $-\text{Si}-\text{O}$ u kvarcu, a traka na 526 cm^{-1} vibracijama savijanja $\text{Si}-\text{O}-\text{Mg}$, respektivno [22]. Trake na oko 3720 cm^{-1} i oko 3610 cm^{-1} za SKK10 pokazuju prisustvo hidroksilnih veza u glini. Ove dve trake pokazuju da je hidroksilna grupa koordinirana sa oktaedarskim katjonima kao što su Al^{3+} i Mg^{2+} [23].

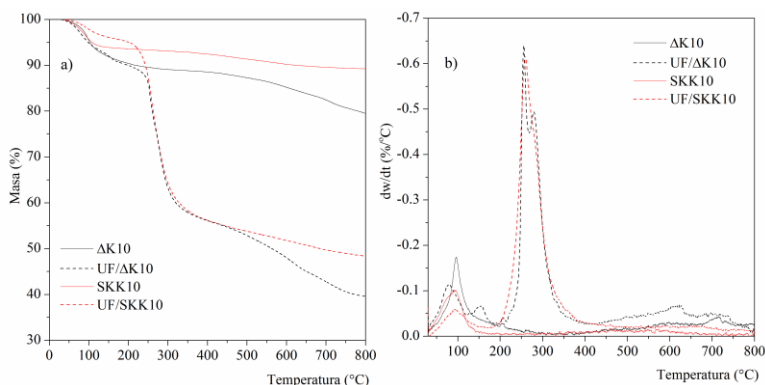


Slika 3. Infracrveni spektri različito aktiviranih MMT-a i UF/MMT kompozita

Takođe, ove dve trake se pojavljuju u oba modifikovana UF/MMT kompozita. Široka traka na oko 3317 cm^{-1} i 3336 cm^{-1} u FTIR spektrima za UF/ ΔK10 i UF/ SKK10 kompozite potiče od rastežućih vibracija $\text{N}-\text{H}$ grupe sekundarnih amida. Pikovi na oko 1630 cm^{-1} i 1547 cm^{-1} za oba UF/MMT kompozita pripisani su rastežućim vibracijama ($>\text{C}=\text{O}$) i $\text{C}-\text{N}$ grupe sekundarnih amina, respektivno. Trake na oko 1240 cm^{-1} se pripisuju vibracijama istezanja CN i NH grupe tercijarnih amina, traka na oko 1380 cm^{-1} za $-\text{CH}_2\text{OH}$ i 1440 cm^{-1} za vibracije istezanja CH_2 grupe. Ostali uočeni pikovi na 1130 cm^{-1} i 1035 cm^{-1} pripisani su vibracijama $\text{C}-\text{O}$ grupe u alifatičnom etru i metilenskom mostu u $-\text{NCH}_2\text{N}-$, respektivno [21].

Generalno, silikatne gline se ponašaju kao fizička barijera za emitovanje FA zbog svoje slojevite strukture, a smatra se da njihovo ugrađivanje u polimernu matricu obezbeđuje kompozitima bolju termičku stabilnost. Sama glina može da se ponaša kao neorganski katalizator za degradaciju polimera. Na osnovu slike 4a može se videti da je manji gubitak masa kod SKK10 (10.70%) i UF/ SKK10 (51.70%) kompozita u odnosu na ΔK10 (20.50%) i UF/ ΔK10 (60.18%) kompozit. Na temperaturama oko 200°C (slika 4b) dolazi do procesa degradacije koji počinje cepanjem lanca i formiranjem radikala. Rezultat ovog procesa je ekstenzivna fragmentacija polimera. Umrežene UF smole počinju da se razgrađuju kada se formaldehid oslobađa iz dimetiletarskih veza, a maksimalna brzina degradacije se javlja kada se raskinu metiletarske veze [5, 15, 24]. Glavni gubitak mase događa se u ovoj fazi. Ovaj stepen degradacije se odvija kroz dva procesa degradacije koji se međusobno preklapaju (pik sa dva vrha) za oba uzorka modifikovanih UF/MMT kompozita. DTG pikovi (slika 4b), gde

je očitana najveći gubitak mase, se nalaze na 253.3°C i 279.3°C sa gubitkom mase od 33.0% za UF/ Δ K10 dok su za UF/SKK10 pikovi pomereni na 260.2°C i 280.5°C sa gubitkom mase od 39.8%. Ako se za kriterijum termičke stabilnosti uzima vrednost $T_{5\%}$ (temperatura na kojoj dolazi do gubitka mase od 5%) onda se može reći da je termički stabilniji UF/SKK10 kompozit sa vrednošću $T_{5\%}$ od 108.6°C u odnosu na UF/ Δ K10 čija vrednost $T_{5\%}$ iznosi 78.5°C.



Slika 4. TG (a) i DTG (b) krive različito aktiviranih MMT-a i UF/MMT kompozita

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ispitan uticaj različito aktiviranih MMT-a na sadržaj slobodnog FA u modifikovanim UF/MMT kompozitima. Na osnovu dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

MMT K10 je uspešno aktiviran termičkom (317.4 m²/g) i kiselim aktivacijom (183.0 m²/g) što pokazuju rezultati za SP, koja je određena po Sirsovoj metodi, jer je došlo do povećanja vrednosti za SP u odnosu na nemodifikovani K10 (74.2 m²/g). UF/SKK10 kompozit sadrži 0.06% slobodnog FA u poređenju sa UF/ Δ K10 kompozitom koji sadrži 0.90% FA. Na osnovu $T_{5\%}$ vrednosti može se reći da je UF/SKK10 kompozit termički stabilniji jer njegova degradacija počinje na 108.6°C u odnosu na UF/ Δ K10 kompozit koji počinje da degradira na 78.5°C.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za finansijsku podršku (451-03-68/2022-14/200123)

5. LITERATURA

- [1] Park, B.D. & Causin V. (2013), "Crystallinity and domain size of cured urea-formaldehyde resin adhesives with different formaldehyde/urea mole ratios". *Eur Polym J*, No. 49, 532-537.

- [2] Samaržija-Jovanović, S. Jovanović, V. Petković, B. Jovanović, T. Marković, G. Porobić, S. Papan, J. & Marinović-Cincović, M. (2020), “Hydrolytic, thermal, and UV stability of urea-formaldehyde resin/thermally activated montmorillonite nanocomposites”. *Polym Compos.*, No 41(9), 3575-3584.
- [3] Lubis, M.A.R. Park, B.D. Lee, S.M. (2017), “Modification of urea-formaldehyde resin adhesives with blocked isocyanates using sodium bisulfite”. *Int J Adhes Adhes.*, No. 73, 118-124.
- [4] Nuryawan, A. Risnasari, I. Sucipto, T. Iswanto, A.H. Dewi, R.R. (2017), “Urea-formaldehyde resins: Production, application, and testing”. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 223.
- [5] Roumeli, E. Papadopoulou, E. Pavlidou, E. Vourlias, G. Bikiaris, D. Paraskevopoulos, K.M. Chrissafis, K. (2012), “Synthesis, characterization and thermal analysis of urea-formaldehyde/nanoSiO₂ resins”. *Thermochim. Acta*, No. 527, 33-39.
- [6] Jovanović, V. Samaržija-Jovanović, S. Petković, B. Dekić, V. Marković, G. Marinović-Cincović, M. (2015), “Effect of γ -irradiation on the hydrolytic and thermal stability of micro- and nano-TiO₂ based urea-formaldehyde composites”. *RSC Adv.*, No. 5, 59715-59722.
- [7] Chen, S. Lu, X. Pan, F. Wang, T. Zang, Z. (2017), “Preparation and Characterization of Urea-formaldehyde Resin/reactive Montmorillonite Composites”, *Wuhan Univ. Technol.-Mat. Sci. Edit.*, No. 32, 783-790.
- [8] Wibowo, E.K. Lubis, M.A.R. Park, B.D. Kim, J.S. Causin, V. (2020), “Converting crystalline thermosetting urea-formaldehyde resins to amorphous polymer using modified nanoclay”, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, No. 87, 78-89.
- [9] Park, D.B. Jeong, H.N. (2011), “Influence of Hydrolytic Degradation on the Morphology of Cured Urea-Formaldehyde Resins of Different Formaldehyde/Urea Mole Ratios”. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, No. 39(2), 179-186.
- [10] Madsen, T.F. Müller-Vonmoos, M. (1989), “The swelling behaviour of clays”. *Appl. Clay Sci.*, No. 4(2), 143-156.
- [11] Leszczynska, A. Pielichowski, K. (2008), “Application of thermal analysis methods for characterization of polymer/montmorillonite nanocomposites”. *J Therm Anal Calorim.*, No. 93, 677-687.
- [12] Ajemba, R.O. (2014), “Kinetics and equilibrium modeling of lead(II) and chromium(III) ions' adsorption onto clay from Kono-bowe Nigeria”. *Turkish J Eng Env Sci.*, No. 38, 455-479.
- [13] Sears, G.W. (1956), “Determination of Specific Surface Area of Colloidal Silica by Titration With Sodium Hydroxide”. *Anal Chem.*, No. 28, 1981-1983.
- [14] Walker, J.F. (1969), *Formaldehyde*. American Chemical Society Monograph Series, 3rd edn. No. 159, New York : Reinhold Publ. Corp.
- [15] Samaržija-Jovanović, S. Jovanović, V. Konstantinović, S. Marković, G. Marinović-Cincović, M. (2011), “Thermal behavior of modified urea-formaldehyde resins”. *J Therm Anal Calorim.*, No. 104(3), 1159-1166
- [16] Zuo, Q. Gao, X. Yang, J. Zhang, P. Chen, G. Li, Y. Shi K. Wu, W. (2017), “Investigation on the thermal activation of montmorillonite and its application for the removal of U(VI) in aqueous solution”. *J Taiwan Inst Chem Eng.*, No. 80, 757-760
- [17] Amari, A. Gannouni, H. Khan, M.I. Almesfer, M.K. Elkhaleefa, A.M. Gannouni, A. (2018), “Effect of Structure and Chemical Activation on the Adsorption Properties of Green Clay Minerals for the Removal of Cationic Dye”, *Appl. Sci.*, No. 8, 2302-2332.

- [18] Kakasaheb, Y.N. Prashant, S.N. Vijay, V.B. (2018), “Synthesis of Oxygenated Fuel Additives via Acetylation of Bio-Glycerol over H₂SO₄ Modified Montmorillonite K10 Catalyst”. *Prog Petrochemical Sci.*, No. 1, PPS000502.
- [19] Marsh, A. Heath, A. Patureau, P. Evernden, M. Walker, P. (2018), “Alkali activation behaviour of un-calcined montmorillonite and illite clay minerals”. *Appl Clay Sci.*, No. 166, 250-261.
- [20] Jiang, J.Q. Zeng, Z. (2003), “Comparison of modified montmorillonite adsorbents Part II: The effects of the type of raw clays and modification conditions on the adsorption performance”. *Chemosphere*, No. 53, 53-62.
- [21] Liu, M. Thirumalai, R.V.K.G. Wu, Y. Wan, H. (2017), “Characterization of the crystalline regions of cured urea formaldehyde resin”. *RSC Adv.*, No. 7, 49536-49541.
- [22] Ates, E. Uyanik, N. Kızılcan, N. (2013), “Preparation of urea formaldehyde resin/layered silicate nanocomposites”. *Pigment Resin Technol.*, No. 42, 283-287.
- [23] Sharma, S. Sarasan, G. (2017), “Influence of Acid Activation on Natural Calcium Montmorillonite Clay”, *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, No. 10(6): 71-77.
- [24] Siimer, K. Kaljuvee, T. Christjanson, P. (2003), “Thermal behaviour of urea-formaldehyde resins during curing”. *J Therm Anal Calorim.*, No. 72, 607-617.

CORRELATION BETWEEN METHODS OF ACTIVATION OF MONTMORILONITE K10 AND FORMALDEHYDE CONTENT IN UREA-FORMALDEHYDE COMPOSITES

Mirjana Ristić¹, Suzana Samaržija-Jovanović¹, Vojislav Jovanović¹, Branka Petković¹,
Marija Kostić², Tijana Jovanović³, Milena Marinović-Cincović⁴

¹Faculty of Science, University of Priština-Kosovska Mitrovica, Kosovska Mitrovica, Serbia

²Faculty of Technology Novi Sad, University of Novi Sad, Serbia

³Faculty of Science and Mathematics, University of Niš, Serbia

⁴Vinča Institute of Nuclear Sciences - National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, University of Belgrade, Serbia

Corresponding author e-mail address: suzana.samarzija@pr.ac.rs (S.Samaržija-Jovanović)

ABSTRACT:

In this paper, the methods of activation of montmorillonite (MMT) K10 with the content of formaldehyde (FA) in urea-formaldehyde (UF) composites are compared. MMT K10 samples were activated in two ways: thermally(physical activation) and with sulfuric acid (chemical activation). In situ synthesis of UF composites with unmodified and activated K10 under the same conditions was performed. A total of three UF composites were synthesized: reference UF composite containing unmodified MMT UF/K10, UF composite containing thermally activated MMT (UF/□K10), and UF composite containing activated MMT with sulfuric acid (UF/ SKK10). Characterization of inactivated and differently activated MMTs as well as

synthesized UF/MMT composites was performed using scanning electron microscopy (SEM), X-ray analysis (XRD), thermogravimetric analysis-TG, and infrared spectroscopy (FTIR), and the degree of success of MMT activation was monitored by determining the specific surface area (SP) of MMT using the Sears method. Based on the obtained values for SP, it can be concluded that successful activation of K10 was performed in both ways, because the value increased in both samples compared to unmodified K10 from 74.2 m²/g to 317.4 m²/g for □TK10 and 183 m²/g for SKK10. The content of free FA was determined by the bisulfite method. The obtained results show that there is a correlation between the way of activating MMT K10 and the FA content in the tested UF/MMT composites. The lowest FA content was determined for UF/SKK10 composites and is 0.06% compared to the UF/K10 sample containing 0.5% FA and UF/□TK10 has 0.9% free FA.

Keywords: *Activation, Specific surface area, Montmorillonite, free formaldehyde, urea-formaldehyde composite*