

Srpsko hemijsko društvo



Serbian Chemical Society

**57. savetovanje
Srpskog hemijskog društva**

**KRATKI IZVODI
RADOVA
KNJIGA RADOVA**

**57th Meeting of
the Serbian Chemical Society**

**Book of Abstracts
Proceedings**

**Kragujevac 18. i 19. juni 2021.
Kragujevac, Serbia, June 18-19, 2021**

57. savetovanje SHD

CIP - Каталогизacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

54(082)

577.1(082)

66(082)

66.017/.018(082)

502/504(082)

СРПСКО хемијско друштво. Саветовање (57 ; 2021 ; Крагујевац)

Kratki izvodi radova ; [i] Knjiga radova / 57. savetovanje Srpskog hemijskog društva, Kragujevac
18. i 19. juni 2021. = Book of Abstracts [end] Proceedings = 57th meeting of the Serbian

Chemical Society, Kragujevac, Serbia, June 18-19, 2021 ; [urednik, editor Snežana Rajković].

- Beograd : Srpsko hemijsko društvo = Serbian Chemical Society, 2021 (Beograd : Razvojno-

istraživački centar grafičkog inženjerstva TMF). – 142 str. : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp. i engl. - Tiraž 30. - Bibliografija uz pojedine radove.

ISBN 978-86-7132-077-1

a) Хемија - Зборници b) Биохемија - Зборници c) Технологија -Зборници

d) Наука о материјалима - Зборници e) Животна средина -
Зборници

COBISS.SR-ID 41858057

57. SAVETOVANJE SRPSKOG HEMIJSKOG DRUŠTVA

Kragujevac, 18. i 19. juni 2021.

KRATKI IZVODI RADOVA/KNJIGA RADOVA

57th MEETING OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY

Kragujevac, Serbia, June 18-19, 2021

BOOK OF ATRACTS/PROCEEDINGS

Izdaje / Published by

Srpsko hemijsko društvo / Serbian Chemical Society

Karnegijeva 4/III, 11000 Beograd, Srbija

tel./fax: +381 11 3370 467; www.shd.org.rs, E-mail: Office@shd.org.rs

Za izdavača/For Publisher

Dušan Sladić, predsednik Društva

Urednik //Editor

Prof. dr Snežana RAJKOVIĆ

Dizajn korica, slog i kompjuterska obrada teksta/

Cover Design, Page Making and Computer Layout

Sladana ĐORĐEVIĆ

Snežana RADISAVLJEVIĆ

Milica MEĐEDOVIĆ

Tina ANDREJEVIĆ

Tiraž / Circulation

30 primeraka / 30 Copy Printing

ISBN 978-86-7132-077-1

Godina izdavanja: 2021.

Štampa / Printing

Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjerstva,

Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, Beograd, Srbija

Naučni odbor:

Scientific Committee

Ivan Gutman, ko-predsednik/co-chair
Srećko Trifunović, ko-predsednik/co-chair
Vesna Mišković-Stanković
Katarina Anđelković
Zorica Petrović
Vladimir Beškoski
Dušanka Milojković Opsenica
Dragica Trivić
Maja Gruden
Niko Radulović
Maja Radetić
Zorana Ferjančić
Zorka Stanić
Igor Opsenica
Boris Furtula
Biljana Glišić
Bojana Obradović
Rada Petrović
Melina Kalagasidis Krušić
Natalija Polović
Tanja Ćirković Veličković
Ljiljana Vojnović Ješić
Aleksandra Tubić
Marijana Ačanski
Slavica Ražić



Organizacioni Odbor
Organising Committee

Snežana Rajković, predsednik/chair
Melina Kaligasidis Krušić
Jovana Bogojeski
Andrija Ćirić
Vladimir Mihailović
Ivan Jakovljević
Nenad Joksimović
Vesna Milovanović
Dušan Ćočić
Snežana Radisavljević
Angelina Caković
Milica Međedović
Marko Radovanović
Ignjat Filipović
Đorđe Petrović
Sladana Đorđević
Tina Andrejević



Savetovanje podržalo/Supported by

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia

*Ova knjiga sadrži **67 saopštenja**
(obima jedna stranica)
prezentovanih na
57. savetovanju Srpskog hemijskog društva*

*This book contains **67 Abstracts**
presented at
the 57th Meeting of the Serbian Chemical Society*

*Ova knjiga sadrži **6 radova**
(obima od najmanje četiri stranice)
pojedinih saopštenja prezentovanih na
57. savetovanju Srpskog hemijskog društva*

*This book contains **6 Proceedings**
of some of the contributions presented at
the 57th Meeting of the Serbian Chemical Society*

KNJIGA RADOVA/PROCEEDINGS

Anališka hemija/Analytical Chemistry

Optimizacija uslova za degradaciju iboprufera pomoću hlor – dioksida_____102

I. D. Kodranov

Optimization of conditions for degradation of ibuprofen using chlorine dioxide

Elektrohemija/Electrochemistry

Brzina korozije cevi od nerđajućih čelika izračunata pomoću elektrohemijske frekvencione modulacije _____108

Đorđe Ž. Petrović

Corrosion Rate of Stainless Steel Tubes Calculated by Electrochemical Frequency Modulation

Hemijsko inženjerstvo/Chemical Engineering

Termodinamička svojstva i modelovanje međumolekulske interakcije dvokomponentne smeše limonena i hloroforma_____115

Milana M. Zarić

Thermodynamic properties and modeling intermolecular interaction of binary mixture of limonene and chloroform

Eksperimentalno određivanje gustina linalola, alfa-pinena i beta-pinena na visokom pritisku_____121

Zoran Simić

Experimental determination of linalool, α -pinene and β -pinene densities at high pressure

Tekstilno inženjerstvo/Textile Engineering

Sposobnost jednosmernog upravljanja tečnošću glatkih pletenina_____129

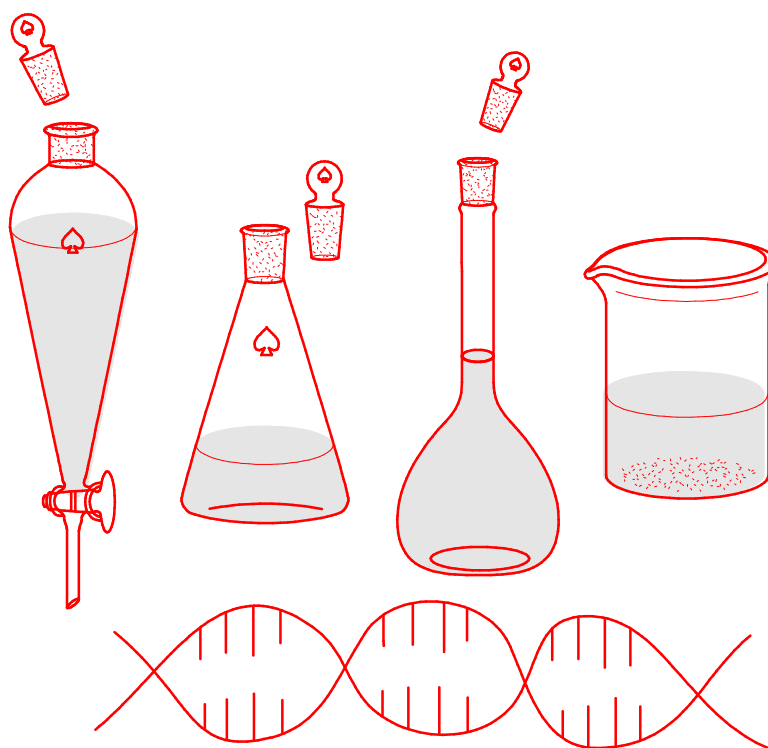
Milada Novaković

Unidirectional liquid management properties of plain weft knitted fabrics

Hemija životne sredine/Environmental Chemistry

Hemijsko inženjerstvo

Chemical Engineering



TR-HI-2

Eksperimentalno određivanje gustina linalola, alfa-pinena i beta-pinena na visokom pritisku

Zoran Simić, Ksenija Miletic*, Nikola Grozdanić*, Ivona Radović*, Mirjana Kijevčanin*

Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, Karnegijeva 4, 11120 Beograd, Republika Srbija

**Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Karnegijeva 4, 11120 Beograd, Republika Srbija*

Apstrakt

U cilju smanjenja zagađenja na globalnom nivou poslednjih godina aktuelna je tema zamene fosilnih goriva nekim novim biogorivima. Terpeni, koji su sastavni delovi biljaka, mogu se koristiti u ove svrhe kao dodatak standardnim gorivima. Neke od termodinamičkih svojstva pod uslovima visokog pritiska i određenih temperatura su od velike važnosti za efikasnost motora. U ovom radu su dobijene gustine linalola, alfa-pinena i beta-pinena u temperaturnom intervalu 293.15-413.15 K i na pritiscima do 60 MPa. Na osnovu ovih rezultata utvrđeno je da s porastom temperature pri konstantnom pritisku gustina navedenih terpena opada, dok sa povećanjem pritiska pri konstantnoj temperaturi gustina raste.

Uvod

Terpeni su velika i raznovrsna klasa organskih jedinjenja koje proizvode mnogobrojne biljke, a posebno su zastupljeni kod četinarara. Ova grupa prirodnih hemijskih jedinjenja, predstavljaju veoma povoljne kandidate za aditive goriva. Mogli bi se proizvesti ili iz biomase algi ili razgradnjom drvnih ostataka tokom perioda skladištenja izazvanog bakterijama [1,2]. Terpeni su vrlo dobri kandidati, jer obično ne sadrže kiseonik, za razliku od biodizela i alkohola. Takođe, veoma su povoljni i zbog svojih svojstava kao što su tačka ključanja, tačka paljenja, tačka mržnjenja, niska viskoznost, velika gustina energije. Uopšteno govoreći, terpeni su stekli veliko interesovanje za hemijsku industriju kao alternativni održivi izvori [3]. Predstavljaju prirodni proizvod poznat kao sekundarni metabolit biljke, dobijen ekstrakcijom iz biljaka. Linalool je prirodni terpeniski alkohol koji je prisutan u mnogim cvetajućim i začinskim biljkama, dok se alfa-pinen i beta-pinen nalaze u četinarima. Ovi terpeni imaju mnoštvo komercijalnih primena, većina kojih se bazira na prijatnom mirisu ali može naći i primenu kao dodatak gorivima. Poslednjih godina pridaje se sve veći značaj gorivima visoke energije, niske viskoznosti i efikasnog i čistog sagorevanja, koja mogu koristiti avioni, brodovi, teški kamioni, vojni transporteri [4,5]. Zbog konstantne potrebe za gorivima za transport i rigorozne kontrole zaštite životne sredine, neophodan je razvoj proizvodnje goriva koji bi podrazumevao upotrebu

ekonomski isplativih i obnovljivih sirovina [6,7]. U vazduhoplovnim vozilima uticaj gustine i zapreminske energije upotrebljenih tečnih goriva su najvažniji aspekti pogonskih karakteristika. Veličina ili težina ovih vozila su često ograničena, pa bi trebalo puniti male rezervoare za gorivo sa tečnostima velike gustine energije. Da bi se povećao korisni teret, gorivo treba da ima visoku gustinu energije i nisku viskoznost. Biogoriva sa pomenutim svojstvima treba sintetizovati iz sirovine biomase, uključujući terpen, hemicelulozu, celulozu i lignin. Ponekad, da bi se poboljšala zapreminska energija, terpeni bi se mogli koristiti u smešama sa konvencionalnim gorivima [8]. U ovom radu, eksperimentalno određene gustine linalola, alfa-pinena i beta-pinena. Eksperimentalna merenja su rađena za čiste komponente, u opsegu temperatura od 239.15 K do 413.15 K na pritiscima do 60 MPa. Na osnovu eksperimentalno dobijenih rezultata perioda oscilovanja izračunate su gustine navedenih terpena.

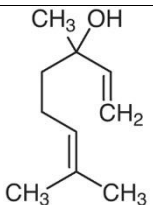
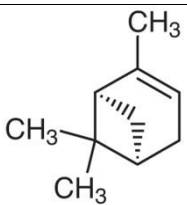
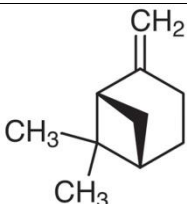
Eksperimentalni deo

Opis supstanci, kao i hemijska struktura je data u tabeli 1. Uređaj na kome je vršeno merenje gustine na visokom pritisku je DMA HP gustinomer proizvođača Anton Paar (Slika 1.a). Ovaj aparat ne poseduje svoj ekran te je povezan sa DMA 5000 (Slika 1.b) uređajem koji se koristi za merenje gustine na atmosferskom pritisku i u kojem je instalirana softverska jedinica kojom se podešavaju željeni procesni uslovi (temperatura i pritisak) na kojima se meri gustina uzorka u mernoj ćeliji DMA HP gustinomera. Od posebnog značaja su gustinomeri sa vibrirajućim elementom čiji se princip rada zasniva na pobuđivanju vibracija čvrstog elementa koji sadrži fluid (ili je okružen njime) i posmatranju njegove rezonantne frekvencije. Tada će frekvencija rezonancije sklopa čvrsto/fluid zavisi od osobina fluida, i posebno, njegove gustine ρ . Veliki broj različitih gustinomera i sa različitim vibrirajućim elementom je razvijen, među kojima vredi istaći: gustinomere sa vibracionom cevi, gustinomere sa vibracionim cilindrom, gustinomere sa zvučnim viljuškama i gustinomere sa vibrirajućom žicom. Detalji o eksperimentalnoj proceduri i načinu rada koji je korišćen u našoj laboratoriji opisani su u prethodnim radovima [9,10]



Slika 1. Uređaji: a) DMA HP i b) DMA 5000

Tabela 1. Opis ispitivanih supstanci:

Hemijska supstanca	Čistoća	CAS broj	Molarna masa g/mol	Hemijska struktura
linalol	97%	78-70-6	154.25	
alfa-pinen	98%	7785-70-8	136.24	
beta-pinen	98%	18172-67-3	136.24	

Eksperimentalna merenja gustine za čiste komponente linalol, alfa-pinen i beta-pinen su rađena na devet temperatura ($T = 293,15 \text{ K}, 303,15 \text{ K}, 313,15 \text{ K}, 323,15 \text{ K}, 333,15 \text{ K}, 353,15 \text{ K}, 378,15 \text{ K}, 393,15 \text{ K}, 413,15 \text{ K}$) i u opsegu pritiska od 0.1 MPa do 60 MPa.

Za izračunavanje gustine prema jednačinama:

$$\rho(T, p) = \rho_{\text{voda}}(T, p) + \rho_{\text{voda}}(T, 0.1 \text{ MPa}) \cdot \left[\frac{\tau^2(T, p) - \tau_{\text{voda}}^2(T, p)}{\tau_{\text{voda}}^2(T, 0.1 \text{ MPa}) - \tau_{\text{vakuum}}^2(T)} \right] \quad (1)$$

$$\rho(T, 0.1 \text{ MPa}) = \rho_{\text{dekan}}(T, 0.1 \text{ MPa}) \cdot \left[1 + \frac{\tau^2(T, 0.1 \text{ MPa}) - \tau_{\text{dekan}}^2(T, 0.1 \text{ MPa})}{\tau_{\text{dekan}}^2(T, 0.1 \text{ MPa}) - \tau_{\text{vakuum}}^2(T)} \right] \quad (2)$$

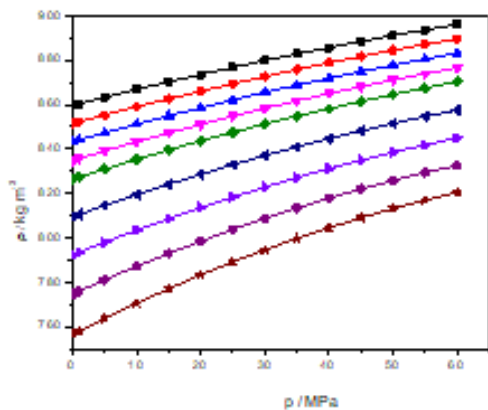
$$\rho(T, p) = \rho_{voda}(T, p) + \rho_{dekan}(T, 0.1MPa) \cdot \left[\frac{\tau^2(T, p) - \tau_{voda}^2(T, p)}{\tau_{dekan}^2(T, 0.1MPa) - \tau_{vakuum}^2(T)} \right] \quad (3)$$

potrebno je, pored perioda oscilovanja U cevi za uzorak, poznavanje i perioda oscilovanja cevi gustinomera za vodu, vakuum i referentni fluid (*n*-dekan) na atmosferskom pritisku, kao i gustine vode i gustina referentnog fluida na atmosferskom pritisku.

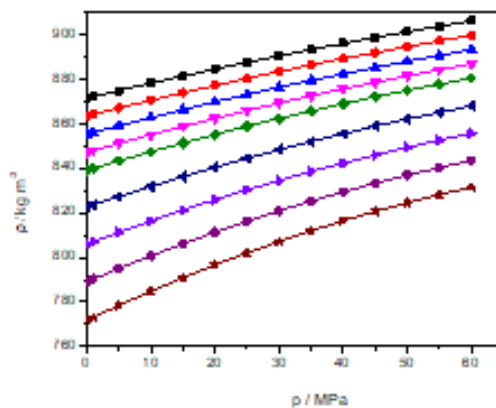
S tim u vezi, najpre su vršena merenja navedenih fluida potrebnih za kalibraciju [9,10].

Rezultati i diskusija

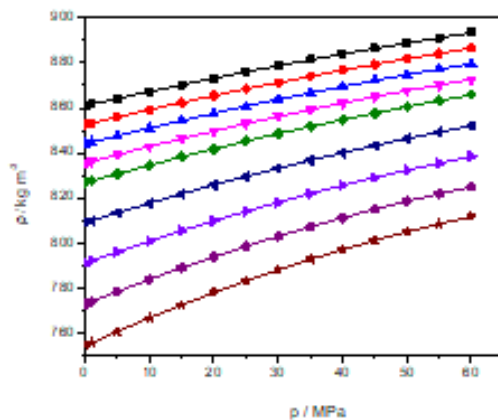
Za čiste komponente linalol, alfa-pinen i beta-pinen na slici 2 su predstavljeni rezultati merenja, tj vrednosti gustina u funkciji pritiska.



(a)



(b)



(c)

Slika 2. Eksperimentalni podaci gustine za (a) alfa-pinen, (b) beta-pinen i (c) linalol, u funkciji pritiska p , na temperaturama: (■) 293.15 K, (●) 303.15 K, (▲) 313.15 K, (▼) 323.15 K, (◆) 333.15 K, (◀) 353.15 K, (▶) 373.15 K, (●) 393.15 K, (★) 413.15 K;

Zaključak

Analizom grafika zavisnosti gustina od pritiska i temperature za odgovarajuće terpene može se jasno videti da s povećanjem pritiska u cevi se povećava i vrednost gustine samog uzorka, dok s povećanjem temperature uzorka vrednost gustine se smanjuje, kao što je i očekivano. Takođe je utvrđeno da pri istim uslovima temperature i pritiska najveću gustinu ima beta-pinen, dok linalol i alfa-pinen imaju veoma slične gustine pri ovim uslovima.

Dobijeni rezultati eksperimentalno određenih gustina dalje mogu koristiti u određivanju volumetrijskih karakteristika, odnosno parametara kao što su koeficijent izotermnog sabijanja, koeficijent izobarskog sabijanja i unutrašnji pritisak. Ovi parametri su veoma značajni u projektovanju motora koji bi koristili navedene terpene kao aditive. Dobijene su niske vrednosti gustina za sva tri termena što predstavlja jedan od bitnih uslova za njihovu upotrebu kao aditivi goriva.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju finansijskoj podršci koju su dobili od strane istraživačkog fonda Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije i Tehnološko metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu (br. ugovora 451-03-9/2021-14/200135).

Experimental determination of linalool, α -pinene and β -pinene densities at high pressure

Zoran Simić, Ksenija Miletic*, Nikola Grozdanić*, Ivona Radović*, Mirjana Kijevčanin*

*Innovation Center of the Faculty of Technology and Metallurgy Belgrade, Karnegijeva 4,
11120 Belgrade, Republic of Serbia*

*Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Karnegijeva 4, 11120
Belgrade, Republic of Serbia*

In order to reduce pollution at the global level in recent years, the main topic is replacing fossil fuels with some new biofuels. Terpenes, which are integral parts of plants, can be used for these purposes as an addition to standard petroleum fuels. Some of

thermodynamic properties under high pressure conditions and moderate temperatures are of significant importance for engine efficiency. In this work, the densities of linalool, α -pinene and β -pinene were obtained in the temperature range 293.15-413.15 K and at pressures up to 60 MPa. Based on these results, it was found that with increasing temperature at constant pressure the density of these terpenes decreases, while with increasing pressure at constant temperature the density increases.

Literatura

- [1] W. Wu, R. W. Davis, One-pot Bioconversion of Algae Biomass into Terpenes for Advanced Biofuels and Bioproducts, *Algal Research* 17 (2016) 316-320.
- [2] S. Laitinen, J. Laitinen, L. Fagernas, K. Korpijärvi, L. Korpinen, K. Ojanen, M. Atamila, M. Jumpponen, H. Koponen, J. Jokiniemi, Exposure to biological and chemical agents at biomass power plants, *Biomass and Bioenergy* 93 (2016) 78-86.
- [3] R. Mewalal, D. K. Rai, D. Kainer, F. Chen, C. Külheim, G. F. Peter, G. A. Tuskan, Plant-Derived Terpenes: A Feedstock for Specialty Biofuels, *Trends in Biotechnology* 35 (3) (2017) 227-240.
- [4] A.-K. Sikder, N. Sikder, A Review of Advanced High Performance, Insensitive and Thermally Stable Energetic Materials Emerging for Military and Space Applications, *Journal of Hazardous Materials* 112 (1-2) (2004) 1-15.
- [5] S.-M. Cho, J.-H. Kim, S.-H. Kim, S.-Y. Park, J.-C. Kim, A Comparative Study on the Fuel Properties of Biodiesel from Woody Essential Oil Depending on Terpene Composition, *Fuel* 218 (2018) 375-384.
- [6] H. A. Meylemans, R. L. Quintana, B. R. Goldsmith, B. G. Harvey, Solvent-Free Conversion of Linalool to Methylcyclopentadiene Dimers: A Route to Renewable High-Density Fuels, *ChemSusChem* 4 (2011) 465-469.
- [7] H. A. Meylemans, R. L. Quintana, M. L. Rex, B. G. Harvey, Low-Temperature, Solvent-Free Dehydration of Cineoles with Heterogeneous Acid Catalysts for the Production of High-Density Biofuels, *Journal of Chemical Technology Biotechnology* 89 (2014) 957-962.
- [8] X. Zhang, L. Pan, L. Wang, J.-J. Zou, Review on synthesis and properties of high-energy-density liquid fuels: Hydrocarbons, nanofluids and energetic ionic liquids, *Chemical Engineering Science* 180 (2018) 95-125.
- [9] M. A. Aissa, G. R. Ivaniš, I. R. Radović, M. Lj. Kijevčanin, Experimental Investigation and Modeling of Thermophysical Properties of Pure Methyl and Ethyl Esters at High Pressures, *Energy Fuels* 31 (7) (2017) 7110-7122.

[10] G. R. Ivaniš, A. Ž. Tasić, I. R. Radović, B. D. Đorđević, S. P. Šerbanović, M. Lj. Kijevčanin, An Apparatus Proposed for Density Measurements in Compressed Liquid Regions at the Pressures 0.1-60 MPa and the Temperatures 288.15-413.15 K, Journal of the Serbian Chemical Society 80 (8) (2015) 1073-1085.