

„ RUDARSTVO 2020“

11. simpozijum sa međunarodnim učešćem

“MINING 2020“

11st Symposium with international participation

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS

Hotel „ Fontana “, Vrnjačka Banja
8. - 11. septembar 2020.

ZBORNIK RADOVA / *PROCEEDINGS*
RUDARSTVO 2020 / *PROCEEDINGS*

Organizatori:

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina
Privredna komora Srbije

Izdavač / Publisher

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina

Urednik / Editor

Miroslav Ignjatović

Štampa / Printed by

Akadska izdanja doo, Beograd

Tiraž / Copies

180

Beograd, 2020

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

622(082)

502/504(082)

СИМПОЗИЈУМ са међународним учешћем "Рударство" (11 ; 2020 ; Врњачка Бања)

Zbornik radova = Proceedings / 11. simpozijum sa međunarodnim učešćem "Rudarstvo 2020",
Vrnjačka Banja 8. - 11. septembar 2020. = 11st [i.

e.11th] Symposium with International Participation "Mining 2020" ; [urednik, editor Miroslav
Ignjatović] ; [organizatori Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina [i]
Privredna komora Srbije]. - Beograd : Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih
sirovina, 2020 (Beograd : Akademska izdanja). - 243 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 180. - Bibliografija uz većinu radova. - Abstracts.

ISBN 978-86-82867-28-9

1. Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина
(Београд) 2. Привредна комора Србије (Београд)

а) Рударство - Зборници б) Животна средина - Заштита - Зборници

COBISS.SR-ID 19693065

- 263 -

NAUČNI ODBOR

prof.dr Ljubiša Andrić, ITNMS, Beograd, dr Miroslav Ignjatović, Privredna komora Srbije;
dr Dragan Radulović, ITNMS, Beograd; prof.dr Grozdanka Bogdanović, Tehnički fakultet;
dr Branislav Marković, ITNMS, Beograd; prof.dr Milena Kostović, RGF, Beograd; prof. dr
Jovica Sokolović, Tehnički fakultet, Bor; prof.dr Predrag Jovančić, RGF, Beograd; dr Slavica
Mihajlović, ITNMS, Beograd; dr Dragana Ranđelović, ITNMS, Beograd; dr Vladimir
Jovanović, ITNMS, Beograd; dr Nevad Ikanović, JP Elektroprivreda BiH; prof.dr Omer Musić,
RGG fakultet, Tuzla; dr Zlatko Dragosavljević, rudnik GROT; dr Milenko Ljubojev, IRM Bor; dr
Zajim Hrvat, JP Elektroprivreda BiH; prof. dr Miodrag Denić, Tehnički fakultet, Bor; Prof.dr
Marina Dojčinović, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd; dr Edin Lapandić, JP
Elektroprivreda BiH; dr Miro Maksimović, RiT „Ugljevik“, Ugljevik; dr Rada Krgović, JP EPS,
Ogranak RB Kolubara; dr Aleksandra Patarić, ITNMS, Beograd; dr Branko Petrović, JP
EPS, Ogranak RB Kolubara; mr Šefik Sarajlić, RMU Đurđevik; dr Jovica Stojanović, ITNMS,
Beograd; dr Dimšo Milošević, RiT „Ugljevik“, Ugljevik; dr Milisav Tomić, JP EPS, Ogranak RB
Kolubara; dr Halid Čičkušić, ZDR „Kreka“, BiH; mr Žarko Nestorović, JPEPS, Ogranak HE
Đerdap; dr Dragan Milanović, IRM Bor; dr Duško Đukanović, JP PEU, Resavica

PROGRAMSKI ODBOR

dr Miroslav Ignjatović, Privredna komora Srbije; Aco Ilić, rudnik Rudnik; dr Dragan
Radulović, ITNMS, Beograd; Jovica Radisavljević, Zijin Bor Copper doo Bor; Saša
Ognjanović, JP PEU, Resavica; Filip Todorović, JP EPS, Ogranak TEKO Kostolac; Borivoje
Stojadinović, IRM Bor; Miloš Đokanović, Alumina Zvornik, R. Srpska; Zoran Vuković, JP EPS;
Nenad Grubin, Rio Sava Exploration; mr Jadranka Vukašinović, JP EPS, Ogranak RB Kolubara
Ivan Filipov, rudnik Kovin; Drago Vasović, rudnik Veliki Majdan

SADRŽAJ / CONTENTS:

Plenarna predavanja / Plenary Presentations

PROBLEMATIKA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM U PODZEMNIM RUDNICIMA UGLJA U SRBIJI / PROBLEMS OF MANAGING OF MINING WASTE IN UNDERGROUND COAL MINES IN SERBIA Zorica Ivković, Dejan Dramlić, Radmila Kotoran, Jelena Trivan	10
STRATEŠKO ODLUČIVANJE PRI IZBORU NOVIH ROTORNIH BAGERA ZA POVRŠINSKE KOPOVE LIGNITA: PRIMER RUDARSKOG BASENA KOLUBARA / STRATEGIC DECISION IN SELECTION OF NEW BUCKET WHEEL EXCAVATORS FOR OPEN PIT MINES: EXAMPLE FOR KOLUBARA MINING BASIN Predrag Jovančić, Stevan Đenadić, Goran Todorović, Dragan Novaković, Filip Miletić	15
REZULTATI ISTRAŽIVANJA SISTEMA PROVETRAVANJA RUDNIKA SA PODZEMNOM EKSPLOATACIJOM UGLJA U REPUBLICI SRBIJI / RESULTS OF THE RESEARCH OF VENTILATION SYSTEMS FOR COOL MINE IN THE REPUBLIC OF SERBIA Duško Đukanović	25
UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PROCES BIOLOŠKE REKULTIVACIJE RUDNIČKIH JALOVIŠTA THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE PROCESS OF BIOLOGICAL RECULTIVATION OF MINING TAILINGS Dragana Ranđelović	32
UTICAJ KRUPNOĆE MATERIJALA U ULAZNOJ RUDI I PROIZVODU MLEVENJA NA VREDNOST BOND-OVOG RADNOG INDEXA KREČNJAKA "CARMEUSE"-DOBOJ / IMPACT OF SIZE OF THE FEED ORE AND FINES PRODUCED BY GRINDING ON THE VALUE THE BOND WORK INDEX OF LIMESTONE FROM "CARMEUSE" DOBOJ Dragan S. Radulović, Vladimir Jovanović, Ljubiša Andrić, Milan Petrov, Dejan Todorović, Marina Blagojev	44
SVOJSTVA PVC-a I PLASTIČNIH MATERIJALA I ZNAČAJ NJIHOVE RECIKLAŽE PVC AND PLASTIC MATERIALS PROPERTIES AND IMPORTANCE OF THEIR RECYCLING Slavica R. Mihajlović, Aleksandra S. Patarić, Nataša, G. Đorđević	55
ILUSTRACIJA PROCENE PREDNOSTI IMPLEMENTACIJE SISTEMA MENADŽMENTA KVALITETOM U RUDARSKIM ORGANIZACIJAMA / ILLUSTRATION OF THE ADVANTAGE OF THE QUALITY SYSTEM IMPLEMENTATION INTO MINING/METALLURGY ORGANIZATIONS Slavica Miletić, Miroslav Ignjatović	61
NOVI MULTIFUNKCIONALNI CuAlAg MATERIJALI KOJI PAMTE OBLIK SA PROMENLJIVIM SADŽAJEM ALUMINIJUMA Zdenka Stanojević Šimšić, Ana Kostov, Slavica Miletić, Emina Požega	70

MOGUĆNOST RAZVOJA TEHNOLOGIJA PRERADE BAZALTA
Marko Pavlović 78

Saopštenja / Contributions

ISPITIVANJA ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA U OKOLINI PRENOSNIH TRANSFORMATORSKIH
STANICA I RAZVODNIH POSTROJENJA/
*TESTING OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS IN THE VICINITY OF TRANSMISSION SUBSTATIONS
AND SWITCHYARDS*

Maja Grbić, Aleksandar Pavlović, Miliša Jovanović, Dejan Hrvić, Sandra Petrović,
Saša Ranđelović 85

ZAŠTITA OD EKSPLOZIJE METANA ILI UGLJENE PRAŠINE U UGLJENIM RUDNICIMA JUŽNE
EVROPE NEKAD I SAD / *PREVENT OF THE SPREAD OF A METHANE GAS OR COAL DUST EXPLOSION
IN THE COAL MINES SOUTH EUROPE IN THE PAST AND TODAY*

Predrag Janošević, Mirko Ivković, Mirza Omerhodžić Klaus Schulte 99

REKULTIVACIJA DEGRADIRANOG ZEMLJIŠTA NASTALOG ODLAGANJEM PEPELA I ŠLJAKE U
„ENERGETIKA“ d.o.o. KRAGUJEVAC / *RECUltIVATION OF DEGRADED LAND CAUSED BY DISPOSAL
OF ASH AND SLAG IN „ENERGETIKA“ d.o.o. KRAGUJEVAC*

Duško Đukanović, Branko Đukić, Nemanja Đokić 109

ZNAČAJ OTVARANJA RUDNIKA “POLJANA” ZA ODRŽAVANJE I RAZVOJ PODZEMNE EKSPLOATACIJE
UGLJA U SRBIJI / *THE IMPORTANCE OF OPENING THE "POLJANA" MINES FOR THE MAINTENANCE
AND DEVELOPMENT OF UNDERGROUND COAL EXPLOITATION IN SERBIA*

Vladimir Todorović, Zorica Ivković, Dražana Tošić 117

TEHNOLOGIJA ZAMENE LEŽAJEVA I SFERNOG LEŽAJA VEŠANJA TRAKE 2 NA ODLAGAČU A2R_sB 7200
(TAKRAF) NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA "DRMNO"

Velimir Spasić, Goran Anđelić, Filip Todorović 125

ANALIZA DISLOKACIJE KONTINUALNOG SISTEMA SA PK „POLJE D“ NA PK „RADLJEVO“ SEVER U
FUNKCIJI KONTINUITETA PROIZVODNJE UGLJA I JALOVINE U KOLUBARSKOM UGLJENOM BASENU

Milan Petrović: Svetolik Simić, Vladan Ivković, Radojica Radojičić, Nebojša Simić 130

KOMPLEKSNOŠT ZAŠTITE I PRIMJENA SAVREMENIH METODA UPRAVLJANJA I NADZORA SISTEMOM
ODBRANE POVRŠINSKOG KOPA „GACKO“ OD VODA / *COMPLEXITY OF PROTECTION AND
APPLICATION OF MODERN METHODS OF MANAGEMENT AND SUPERVISION OVER WATER DEFENCE
SYSTEM OF THE OPEN-CAST- MINE “GACKO”*

Petar Marković, Dušan Govedarica, Aleksandar Ateljević, Ranko Stojanović 137

MOGUĆNOST POVEĆANJA EKSPLOATACIONOG VEKA RUDNIKA
OPPORTUNITIES TO INCREASE THE EXPLOATATION LIFE OF THE MINE

Ivan Filipov 151

<p>PROJEKTOVANE I REALNE MOGUĆNOSTI SEPARACIJE UGLJA U RA "VRŠKA ČUKA" AVRAMICA <i>PROJECTED AND REAL POSSIBILITY OF COAL SEPARATION IN ANTHRACITE COAL MINE "VRŠKA ČUKA" AVRAMICA</i> Jovica Sokolović, Slobodan Mitić, Branislav Stakić, Dejan Ćirić</p>	161
<p>PROCESNI PRISTUP DOLIVANJU GORIVA MAŠINAMA I VOZILIMA POMOĆNE MEHANIZACIJE, PRAĆENJE NJIHOVE POTROŠNJE I EVIDENCIJA UTOŠKA ENERGENATA NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA "DRMNO" / <i>PROCESS APPROACH TO REFUELING MACHINES AND VEHICLES OF AUXILIARY MACHINERY, MONITORING THEIR CONSUMPTION AND RECORDS OF ENERGY CONSUMPTION AT THE SURFACE COAL MINE "DRMNO"</i> Filip Todorović, Stevan Popović</p>	162
<p>MONITORING PRIRODNIH RESURSA U ZONI POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE LIGNITA DALJINSKOM DETEKCIJOM Milislav Tomić; Dejan Kurtov; Tomislav Rikanović; Miodrag Tomić; Aleksandar Radosavljević</p>	167
<p>UTICAJ RUDARSKO-GEOLOŠKIH FAKTORA NA IZBOR MODELA OTKOPAVANJA UGLJENIH SLOJEVA KOMPLEKSNOM MEHANIZACIJOM Halid Čičkušić, Omer Musić, K. Herco</p>	174
<p>EKOLOŠKI RIZICI I BENEFITI TOKOM GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA UGLJA, KOLUBARSKI UGLJONOSNI BASEN / <i>ENVIRONMENTAL RISKS AND BENEFITS OF GEOLOGICAL EXPLORATION OF COAL, COAL BASIN KOLUBARA</i> Bogoljub Vučković</p>	184
<p>ANALIZA MOGUĆIH UTICAJA EKSPLOATACIJE UGLJA U POVRŠINSKOM KOPU POLJE "C" NA ŽIVOTNU SREDINU / <i>ENVIRONMENT FEATURES AND COAL EXPLOITATION IN OPEN PIT "C", KOLUBARA COAL BASIN, WESTERN SERBIA</i> Marina Vučković, Tijana Marinković</p>	193
<p>USMERAVANJE RUDARSKIH RADOVA U TOKU PROCESA EKSPLOATACIJE UGLJA NA PK „POLJE G“ U CILJU EFIKASNJE HOMOGENIZACIJE I SMANJENJA EKSPLOATACIONIH GUBITAKA <i>DIRECTING MINING WORKS IN THE PROCESS OF COAL EXPLOITATION IN THE PK "G FIELD", FOR THE EFFECTIVE HOMOGENIZATION AND REDUCTION OF EXPLOITATION LOSSES</i> Slobodan Lalatović</p>	201
<p>PROMENE KOJE UTIČU NA KVALITET UGLJA TAMNAVA VEZANOG ZA POSTROJENJE ZA PRIPREMU I OBRADU UGLJA SA AUTOMATSKIM UZIMANJEM UZORAKA / <i>CHANGES AFFECTING THE QUALITY OF TAMNAVA COAL RELATED TO COAL PREPARATION AND TREATMENT PLANT WITH AUTOMATIC COAL SAMPLING</i> Rada Krgović, Jadranka Vukašinić, Vlada Pavlović</p>	215
<p>IDEJNO TEHNIČKO RJEŠENJE POVEĆANJA ISKORIŠĆENJA FRAKCIJE -0,2+0mm NA LINIJI ZA MLJEVENJE BOKSITA U ALUMINI ZVORNIK Miloš Đokanović, Rajko Aleksić</p>	228

PRIJEDLOG TEHNIČKOG RJEŠENJA PROSIJAVANJA FRAKCIJE -30+0mm IZ BOKSITA PRIJE OPERACIJE DROBLJENJA U FABRICI GLINICE ALUMINA ZVORNIK Miloš Đokanović, Radenko Smiljanić, Rajko Aleksić	233
EFEKTI PRIMENE MIKRONIZIRAJUĆEG MLEVENJA NA KVALITET VATROSTALNIH PUNIOCA NA BAZI PIROFILITA, MULITA, KORDIJERITA I CIRKONA Ljubiša Andrić, Dragan Radulović, Marko Pavlović, Marina Dojčinović, Milan Petrov, Zorica Tanasković	238
PONAŠANJE MIKROLEGIRANOG ČELIKA U USLOVIMA DEJSTVA KAVITACIJE Marina Dojčinović, Irena Grigorova, Marko Pavlović, Ljubiša Andrić, Dragan Radulović, Milan Petrov	244
STUDIJA SLUČAJA POVEĆANOG SPECIFIČNOG OTPORA NA KOPANJE JALOVINSKIH SISTEMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE – ANALIZA TROŠKOVA PROIZVODNJE USLED LOMA REZNIH ELEMENATA Lazić Marko, Rupar Veljko, Miletić Filip	250

SVOJSTVA PVC-a I PLASTIČNIH MATERIJALA I ZNAČAJ NJIHOVE RECIKLAŽE

PVC AND PLASTIC MATERIALS PROPERTIES AND IMPORTANCE OF THEIR RECYCLING

Slavica R. Mihajlović, Aleksandra S. Patarić, Nataša, G. Đorđević,
Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd

Abstrakt

Imajući u vidu da se životna sredina sve više zagađuje, danas se ozbiljna pažnja posvećuje reciklaži kojom se može iskoristiti plastični otpad i time ujedno smanjiti zagađivanje okoline. U radu su prikazane osnovna svojstva polivinil-hlorida (PVC), njegova upotreba kao i načini tretiranja PVC otpada. PVC otpad se može tretirati na 3 načina: reciklažom, spaljivanjem i skladištenjem u deponijama. Korišćenjem novih i savremenih tehnologija u procesu reciklaže otpadne plastike smanjuje se nivo oslobađanja toksičnih materija koje negativno utiču na životnu sredinu.

Ključne reči: reciklaža, plastični otpad, polivinil-hlorid, zaštita životne sredine.

Abstract

Having in mind increasing of environmental pollution, serious attention is being paid to plastic waste recycling to reduce environmental pollution. This paper presents the basic properties of polyvinyl chloride (PVC), its use and PVC waste treatment methods. PVC waste can be treated in 3 ways: by recycling, incineration and landfilling. The use of new and modern technologies in plastics waste recycling can reduce the level of toxic substances emission that adversely affects the environment.

Keywords: recycling, plastic waste, polyvinyl chloride, environmental protection.

1. UVOD

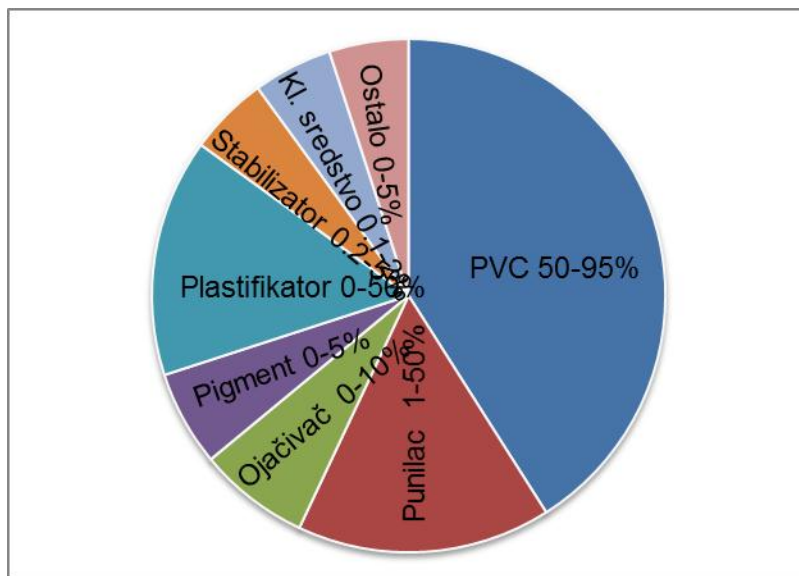
Polivinil-hlorid (PVC) je više od 70 godina jedan od najvažnijih polimera, čiji je kapacitet proizvodnje oko 20 % ukupne svetske proizvodnje polimera. Postupkom polimerizacije vinil-hlorida dobija se prah od kojeg se daljom preradom proizvode dve vrste PVC-a i to: tvrdi (kruti) PVC i meki (fleksibilni) PVC. Tvrdi PVC se dobija preradom polimernog praha bez posebnih dodataka. Providan je, tvrd, žilav i težak za preradu, ali vrlo stabilan na uticaj atmosferskih padavina, vlage i hemikalija. Koristi se npr. za izradu okvira za prozore, kućišta i sl. Meki PVC se dobija preradom polimernog praha uz dodatak plastifikatora. Pri tome se dobija gusta pasta, koja se zagrevanjem pretvara u homogeni gel. Osobine mekog PVC-a zavise od udela plastifikatora. Slabijih je mehaničkih svojstava, manje otporan prema delovanju toplote, atmosferskih padavina i hemikalija u odnosu na tvrdi PVC, ali je savitljiviji, rastegljiviji i lako se prerađuje. Koristi se za izradu izolatora za kablove, medicinskih instrumenata za jednokratnu upotrebu, cevi, rukavica i dr). Meki PVC je providan, pa može da se koristi za pravljenje providnih boca i folija, [1]. Generalno se može

reći da su osobine polimera uslovljene njihovom unutrašnjom građom, pa su neke njihove osobine slične osobinama čvrstih kristalnih tela, dok su neke slične osobinama tečnosti [2]. Fizičke i mehaničke osobine tvrdog i mekog PVC-a prikazane su u tabeli 1. [3, 4]. PVC se danas proizvodi u velikim količinama zbog dobrih mehaničkih i fizičkih svojstava, kao i vrlo raznovrsnih mogućnosti primene. PVC je nezapaljiv, gori samo u prisustvu plamena i hemijski je inertan. Kompatibilan je sa mnogim aditivima, uključujući punioce, plastifikatore, stabilizatore, klizna sredstva, pigmente, kao i druge polimere.

Tabela 1. Fizičke i mehaničke osobine PVC-a

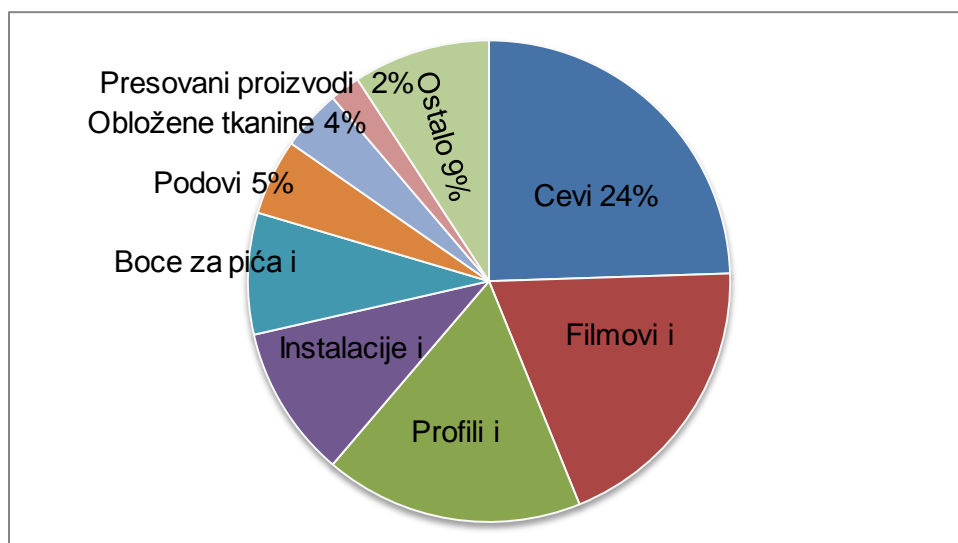
Osobina	Jedinica	Tvrđi PVC	Meki PVC
<i>Gustina</i>	g/cm ³	1,38-1,55	1,16-1,35
<i>Zatezna čvrstoća</i>	MPa	40-60	10-25
<i>Produženje pri kidanju</i>	%	30-70	250-450
<i>Čvrstoća na pritisak</i>	MPa	55-90	6-12
<i>Tvrdoća po Shore-u</i>	-	D 65-85	A 40-100
<i>Specifični toplotni kapacitet</i>	J/K g	0,8-1,1	1,3-2
<i>Toplotna provodljivost</i>	W/Kcm	(15-20)x10 ⁻⁴	(13-17)x10 ⁻⁴
<i>Koeficijent toplotnog širenja</i>	1/K	(5-10)x10 ⁻⁵	(7-25)x10 ⁻⁵
<i>Temperatura stalne upotrebe</i>	°C	65-85	50-70

Na slici 1 je prikazan udeo pojedinih dodataka polivinil hloridu [5]. Ovi dodaci omogućavaju da se polivinil hlorid lakše prerađuje različitim tehnikama i da se dobiju proizvodi sa što boljim mehaničkim svojstvima.



Slika 1. Udeo pojedinih dodataka u PVC mešavini

Plastične mase su polimerni materijali u postupku prerade. Pri tome se podrazumeva da je polimerni materijal sve ono što se prerađuje, tj. ono od čega je izrađen gotov proizvod [6]. Takođe, plastičnim masama se nazivaju materijali dobijeni na bazi polimera, koji imaju u nekom stanju plastičnost (uslovi visoke temperature), a koja se potpuno ili delimično gubi pri prelasku u druge temperaturne uslove (niže temperature) [7]. Plastičnost tih materijala omogućava da se od njih dobiju proizvodi potrebnog oblika primenom metoda baziranih na plastičnoj deformaciji. Plastične mase se odlikuju time što njihove mehaničke osobine predstavljaju kombinaciju osobina čvrstih tela i tečnosti. Drugim rečima to su čvrsti materijali koji mogu da podležu velikim mehaničkim povratnim deformacijama [7, 8]. Zbog toga plastične mase danas imaju izuzetno veliku primenu u različitim industrijskim granama, kao i u svakodnevnom životu. Posebno je porasla upotreba i proizvodnja sintetičkih termoplastičnih masa – termoplasta (na visokim temperaturama se lako oblikuju, a hlađenjem zadržavaju taj oblik), u koje spada i PVC, kao i njihova upotreba. Na slici 2 je prikazana potrošnja PVC-a u različitim industrijama [9].



Slika 2. Potrošnja PVC u različitim industrijama

Plastične mase mogu da se sastoje samo od polimera. Međutim, u najvećem broju slučajeva plastične mase predstavljaju višekomponentne sisteme (tzv. polimerne mešavine) u čiji sastav, pored polimera, ulaze sledeće komponente: vezivo, katalizator ili očvršćivač, punilac, plastifikator, bojilo i dr. Plastična masa koju čine samo polimer sa puniocem su najjednostavnija vrsta polimerne mešavine, koja se sastoji iz polimerne osnove (matrice) kao kontinuirane faze i neorganskog punioca dispergovanog u matrici. Punioci se koriste sa ciljem da se modifikuju različite osobine polimera kao što su: zatezna svojstva (zatezna čvrstoća i zatezno izduženje); prekidna svojstva (prekidna čvrstoća i prekidno izduženje); povećava gustinu, modul elastičnosti i savojnu čvrstoću; smanjuje

koeficijent toplotnog širenja i puzanje; povećava tvrdoću i toplotnu postojanost; poboljšava kvalitet površine gotovog proizvoda; modifikuje toplotnu i električnu provodljivost; menja svojstva tečenja tako što povećava viskozitet i smanjuje bubrenje ekstrudata; smanjuje zapaljivost i poboljšava mogućnost bojenja plastike.

2. RECIKLIRANJE PLASTIČNOG OTPADA

Uspesano recikliranje plastičnog otpada je počelo onog trenutka kada je razvijen postupak za odvajanje različitih polimera iz mešavine. Danas su istraživanja u oblasti prerade otpadnog materijala veoma razvijena, što je doprinelo smanjenju nivoa zagađivanje okoline. Proces reciklaže otpada različitog sastava poslednjih godina se najviše razvio u Japanu konstruisanjem mašina koje mogu da ga prerađuju. Početkom 1975. godine u Japanu je bilo više od 20 fabrika čiji je kapacitet proizvodnje bio približno 40.000 tona gotovih proizvoda godišnje. Ti proizvodi se koriste kao zamena za drvo i beton, jer su jeftini, otporni na visoke temperature, atmosferske padavine i dr. Da bi se takav otpad uspešno preradio neophodno je da sadrži 80% termoplasta (PVC, polietilen, polistiren, najlon i dr.), a ostalo može biti papir, aluminijumska folija, pesak i drugo [10, 11].

Recikliranom materijalu se u određenom procentu dodaju i novi nereciklirani materijali, a zatime se ponovo prerađuje čime se postiže niža cena definitivnog proizvoda. PVC otpad se može tretirati na 3 načina: reciklažom, spaljivanjem i skladištenjem u deponijama. PVC otpad se uspešno reciklira, oznaka za reciklažu je 3, slika 3. Spaljivanje mora biti strogo kontrolisano zbog oslobađanje toksičnih materija. Odlaganje u deponijama je najmanje prihvatljivo zbog toga što se PVC prirodno ne razgrađuje, tako da vremenom nastaju velike naslage što nije dobro za životnu sredinu. Međutim, bez obzira na postojeće teškoće u pogledu sanacije PVC otpada glavni razlozi njegove široke primene su kvalitet i uštede energije i sirovina. Za proizvodnju PVC-a potrebno je 20% manje energije nego za proizvodnju druge vrste plastike. Takođe, sirovina za PVC je hlor koji se dobija preradom obične soli (60%). PVC se smatra materijalom koji je teško i skupo reciklirati, ali pojavom novih tehnologija taj problem se uspešno rešava. Kao primer reciklaže PVC materijala na slici 3 je dat zatvoreni ciklus reciklaže PVC prozorskih profila [12].

Kako bi se izbegao negativan uticaj na životnu sredinu u kompletnom procesu prerade PVC-a vodi se računa o aditivima koji se dodaju. Tako npr. kod proizvodnje prozorskih profila umesto stabilizatora na bazi olova u praksi se sve više koriste stabilizatori na bazi kalcijuma i cinka [13]. Korišćenjem novih i savremenih tehnologija u procesu reciklaže otpadne plastike može se smanjiti nivo oslobađanja toksičnih materija. Najbolji primer je kompanija „Envion“ iz Washingtona, koja u pogonu u Marylandu pretvara otpadnu plastiku u sintetičko ulje. Ovaj tehnološki postupak čak i ne zahteva prethodno razdvajanje plastike prema vrsti i poreklu [14]. Vreme razgradnje otpadne plastike je od 100 - 1000 godina. zbog čega neophodno je sprovoditi meru sakupljanja plastike odvojeno od ostalog otpada [15].



Slika 3. Ciklus reciklaže PVC prozorskih profila

U okviru regulative i planskih dokumenata EU, sve više se promoviše smanjenje nastajanja otpada, što bi smanjilo problem otpada na samom izvoru. Postoji, međutim, značajna razlika u primeni ovog principa u zemljama članicama EU. Procenat reciklaže otpada se kreće od 10 do 65%, a procenat odlaganja otpada na deponije od 10% do 90%. Princip smanjenja količine otpada obuhvata inicijative za uvođenje čistije tehnologije i sveobuhvatne kampanje širenja javne svesti kod stanovništva. Politika EU o otpadu naglašava razvoj mera kao što su: promovisanje čistije proizvodnje, uklanjanje opasnih karakteristika otpada tretmanom, uspostavljanje tehničkih standarda koji bi ograničili sadržaj određenih opasnih materija u proizvodima, promovisanje ponovnog korišćenja i reciklaže otpada, primena ekonomskih instrumenata, analiza životnog ciklusa proizvoda, razvoj sistema eko obeležavanja [16]. Sprovođenje politike zaštite životne sredine zasniva se na principu predostrožnosti i principu prevencije. Svaka aktivnost mora biti planirana i sprovedena na način da prouzrokuje najmanju moguću promenu u životnoj sredini i da predstavlja najmanji rizik po životnu sredinu i zdravlje ljudi i životinja, smanji opterećenje prostora i potrošnju sirovina i energije u izgradnji, proizvodnji, distribuciji i upotrebi [16].

3. ZAKLJUČAK

Razvoj novih materijala i njihova upotreba nameću i pitanje kako sanirati otpad koji nastaje njihovom preradom i upotrebom. Zaštita životne sredine je prioritetan zadatak u svim zemljama i u direktnoj je vezi sa stepenom razvoja nacionalne ekonomije. Takođe, stalna edukacija stanovništva o značaju zdrave životne sredine doprinosi njenom očuvanju. PVC je

polimer čiji je kapacitet proizvodnje i upotrebe u konstantnom porastu. PVC otpad se može tretirati na 3 načina: reciklažom (najviše se koristi), spaljivanjem (mora biti strogo kontrolisano zbog oslobađanje toksičnih materija) i skladištenjem u deponijama (najmanje prihvatljivo zbog toga što se PVC prirodno ne razgrađuje, tako da vremenom nastaju velike naslage). Korišćenjem novih i savremenih tehnologija u procesu reciklaže otpadne plastike smanjuje se nivo oslobađanja toksičnih materija koje negativno utiču na životnu sredinu.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na podršci istraživanjima čiji su rezultati prikazani u radu (ugovor 451-03-68/2020-14/200023).

4. LITERATURA

- [1] S. Mihajlović, D. Radulović, S. Milićević, Ž. Sekulić, Application of lime in the polyvinyl chloride industry, Mining and Metallurgy Engineering Bor, No 1, (2014), 57-62, ISSN 2334-8836, UDK: 622, UDK: 678.743:666.92(045)=20, DOI:10.5937/MMEB1401057M, Published by: Mining and Metallurgy Institute Bor
<http://www.irmbor.co.rs/index.php/sr/izdavastvo/casopis-mining-and-metallurgy-engineering-bor>
- [2] D. Holclajtner-Antunović, Opšti kurs fizičke hemije, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2000.
- [3] Tehnička enciklopedija, Jugoslovenski leksikografski zavod „Miroslav Krleža“, Zagreb, 1976.
- [4] J. Wiley,. Industrial Organic Chemicals, Wittcoff, I.R.C, New York, 1996.
- [5] <http://withfriendship.com/user/kalaikumar/polyvinyl-chloride.php>
- [6] T. Kovačić, Struktura i svojstva polimera, Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, 2010.
- [7] Inženjersko-tehnički priručnik, šesta knjiga, Izdavačko preduzeće “Rad”, Beograd, (1970), 430.
- [8] M. Zeković, P. Trifunović, N. Đukanović, Tehnologija materijala u rudarstvu, Praktikum, III izdanje, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1994.
- [9] <http://www.essentialchemicalindustry.org>
- [10] <http://www.env.go.jp/en/index.html>
- [11] S. Mihajlović, V. Jovanović, D. Radulović, V. Kašić, Ž. Sekulić, The impact of the production and use of polyvinyl chloride on the environment, Proceedings of XXIII International Conference “Ecological Truth” Eco-Ist’15, Kopaonik, Serbia 17-20 June (2015), 287-292, ISBN 978-86-6305-032-7, Publisher: Univesity of Belgrade-Technical Faculty in Bor
- [12] <http://www.merrittplastics.co.uk/>
- [13] <http://www.kbe.rs>
- [14] <http://www.green-energy-news.com>
- [15] R. Brzaković, Z. Marjanović, Reciklaža kao element zaštite životne sredine, „Festival kvaliteta 2006“, Zbornik radova, Prva nacionalna konferencija o kvalitetu života, Kragujevac, Srbija, 10.-12. 05. 2006, B89-B94, Izdavač: Asocijacija za kvalitet i standarizaciju Srbije
- [16] Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019.god., „Službeni glasnik RS“ br.29/10.