

ISBN: 978-99976-49-01-0

ISSN 2637-2266 (Print)

ISSN 2637-2274 (Online)

12. Naučno-stručna konferencija
Studenti u susret nauci – StES 2019

ZBORNIK RADOVA

**Inženjerstvo i tehnologija
Istraživanja u inženjerstvu i tehnologiji**

12th scientific conference
Students encountering science – StES 2019

PROCEEDINGS

**Engineering and Technology
Research in Engineering and Technology**

Banja Luka
2019.

Izdavači:
Univerzitet u Banjoj Luci
Studentski parlament Univerziteta u Banjoj Luci

Za izdavača:
prof. dr Goran Latinović
Stefan Kremenović

Urednici:
Goran Popović, Vladimir Mlinarević, Marko Koprena,
Nikolina Govederica, Nebojša Kićanović, Srđan Pavlović

Lektor za srpski jezik:
Aleksandra Savić

Lektor za engleski jezik:
Milica Guzijan

Štampa:
Mikro print s.p. Banja Luka

Tiraž:
25

Naučni odbor:

Prof. dr Goran Latinović, prof. dr Zoran Vujković,
prof. dr Igor Milinković, prof. dr Vladimir Risojević,
prof. dr Duško Jojić, prof. dr Željko Vaško
doc. dr Siniša Lakić

Recenzenti:
prof. dr Ljiljana Vukić
prof. dr Pero Dugić
prof. dr Rada Petrović
doc. dr Pero Sailović
doc. dr Saša Papuga
mr Darko Bodroža

Sadržaj:

Branislava Radišić NEOBNOVLJIVI RESURSI	5
Milica Stojanović RADIOAKTIVNI OTPAD I NJEGOVO ODLAGA-NJE	17
Jovana Pjanić, Jelena Lazović ISPITIVANJE EFIKASNOSTI INHIBITORA KOROZIJE BAKRA U BAZNOM ULJU U PRISUSTVU EP ADITIVA	31

NEOBNOLJIVI RESURSI

Branislava Radišić

branislava.radisic999@gmail.com

Mentor: doc. dr Snežana Komatina

Departman za biologiju i ekologiju

Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin

Univerzitet u Novom Sadu

Sažetak

Najveći deo neobnovljivih resursa čine fosilna goriva, goriva koja su nastala od mrtvih organizama u unutrašnjosti zemlje pod uticajem visoke temperature i pritiska milionima godina. U fosilna goriva se ubrajaju: nafta i naftni derivati, prirodni gas i ugalj. Svetske rezerve nafte i gasa su jedne od najdragocenijih izvora energije kojima raspolaže današnje čovečanstvo. One su smeštene u različitim ležištima na celoj Zemlji, ali njihova raspodela nije ravnomerna. Moramo obratiti pažnju na činjenicu da će se neki od prirodnih resursa u potpunosti iscrpeti ukoliko ne smanjimo potrošnju, što je ozbiljan problem, jer živi svet zavisi od ovih resursa.

Ključne reči: Nafta; gas; ugalj; rezerve; eksploracija.

UVOD

Osnovni vidovi energije koji omogućavaju funkcionisanje današnje civilizacije su uglavnom topotna i električna energija, koje se u daljim tehnološkim postupcima mogu prevesti u ostale vidove energije. Topotna i električna energija se danas u velikom procentu dobijaju iz neobnovljivih resursa. Termin *neobnovljivi resursi* odnosi se na sve potencijalne nosioce nekog vida energije koji su stvoreni u nekom prošlom vremenu, a sada se ne mogu obnoviti, tj. ne mogu se regenerisati, niti ponovo proizvesti.

Najveći ideo neobnovljivih resursa čine fosilna goriva, goriva koja su nastala od mrtvih organizama u unutrašnjosti zemlje pod uticajem visoke temperature i pritiska milionima godina. Fosilna goriva čine glavni izvor, sa čak 85–90% energije.

U fosilna goriva ubrajaju se:

- nafta i naftni derivati
- prirodni gas
- ugaj

NAFTA

Sirova nafta je smeša različitih ugljovodonika. Nafta je nastala od ostatka biljaka i životinja koje su živele pre mnoga miliona godina u vodi. Ostaci su se taložili na dnu okeana i vremenom ih je pokrivaо pesak i mulj, a veliki sloj je stvarao ogromne temperature i pritiske. U takvim uslovima su nastali nafta i prirodni gas.

Eksploracija nafte

Nafta se nalazi u sedimentnim stenama, u njenim porama, i do nje dolazimo bušenjem. Dubina bušenja je uglavnom oko 6000 m, a brzina bušenja zavisi od kvaliteta stena. Danas bušimo kroz debele slojeve peska, mulja i stena da bismo došli do nalazišta nafte. Pre nego što počne bušenje kroz te slojeve, naučnici i inženjeri proučavaju sastav stena. Ako sastav stena ukazuje na moguće nalazište nafte, tada počinje bušenje. Veliki problem prilikom bušenja i transporta nafte je njeno isticanje u životnu sredinu. Buši se u dve etape, prvo se određuje rasprostranjenost i vrsta sedimenta koja sadrže ugljovodonike. Nove tehnologije omogućavaju povećanje precizosti kod pronalaženja nafte, a to rezultira manjim brojem bušo-

tina (Slika 1). Postoje dva načina bušenja: *udarno i okretno (rotaciono)*. Kod udarnog bušenja, dleto, pričvršćeno na donjem kraju alatki, diže se, a zatim se spušta da padne na dno bušotine. Dok kod okretnog (rotacionog) bušenja, dleto na donjem kraju svojim rotacionim struganjem mrvi kamen i prodire u dubinu.

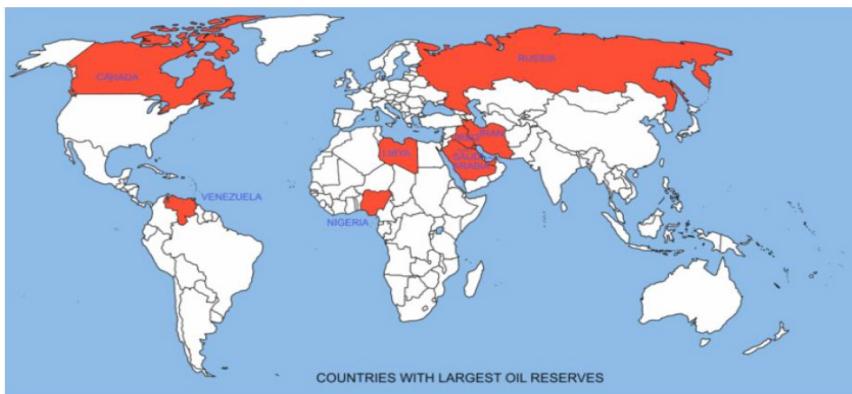


Slika 1. Naftna platforma u Meksiku.

Svetske rezerve nafte

Svetske rezerve nafte i gasa su jedan od najdragocenijih izvora energije kojima raspolaže današnje čovečanstvo. One su smeštene u različitim ležištima na celoj Zemlji, ali njihova raspodela nije ravnomerna. „Izraz rezerve nafte odnosi se na količinu nafte u ležištu koje se mogu u datom trenutku pridobiti uz pozitivnu ekonomsku računicu. U skladu sa time, nafta se ne smatra rezervom ako je nije moguće ekonomski pridobiti, tj. ako su troškovi pridobijanja veći od iznosa koji je moguce zaraditi sa dobijenim količinama.“ [1]

Danas možemo izdvojiti osam najvećih proizvođača nafte u svetu sa najvećim dokazanim naftnim rezervama (Slika 2).



Slika 2. Zemlje sa najvećim naftnim rezervama.

Saudska Arabija je najpoznatiji svetski proizvođač nafte, sa približno četvrtinom svetskih rezervi, kao i jednim od najnižih troškova proizvodnje po barelu. Proizvodi 4 gigabarela svake godine. Ova država ima oko 80 naftnih i gasnih polja, ali više od polovine rezervi sadržano je na 8 džinovskih polja. Najveće takvo polje je Ghavar, koje daje više od četvrtine proizvodnje cele zemlje. Proizvodnja iz postojećih ležišta se svake godine smanji za 5–12%, što upućuje na potrebu otkrivanja novih rezervi i poboljšanja proizvodnih kapaciteta.

Kanada je jedna od najvećih proizvođača „crnog zlata“. Očekuje se porast nafte najmanje do 2020. godine. Više od 95% rezervi nalazi se u naftnim peščarima, otkrivenim u pokrajini Alberta. Ukupna proizvodnja nafte u Kanadi iznosila je 1,2 gigabarela (2006. godina), što osigurava još oko 150 godina iskorišćavanja takvih količina. Skoro 100% izvezene nafte iz Kanade odlazi u SAD, i time ova zemlja postaje najveći snabdevač Amerike ovim energentom.

Iran je druga zemlja po redu, s obzirom na potvrđene konvencionalne rezerve nafte. Prosječna proizvodnja iznosi oko 1,5 gigabarela po godini. SAD održava embargo na uvoz nafte iz Irana, štiteći se time od promena na tržištu koja može uzrokovati državna regulacija iranske proizvodnje. Međutim, manjak te nafte na svetskom tržištu svakako uzrokuje povećanje njene cene.

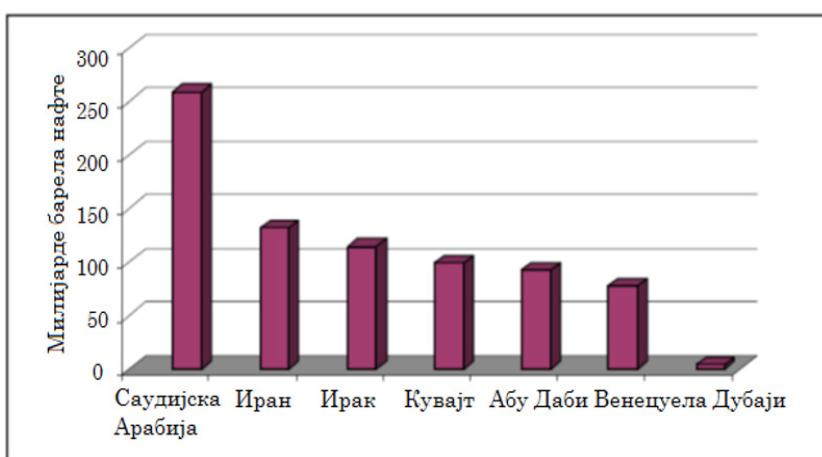
Irač je zemlja sa trećim po redu konvencionalnim rezervama nafte. Uprkos izuzetnim rezervama i niskim troškovima, proizvodnja je mala, zahvaljujući problemima nastalim zbog savezničke invazije te zemlje sproveđene 2003. godine. Proizvodnja je ograničena na 0,5 gigabarela na godinu.

Ujedinjeni Arapski Emirati i Kuvajt četvрto su svetsko područje najvećih konvencionalnih rezervi nafte. Zajednička proizvodnja iznosi 1,8 gigabarela po godini, tim tempom proizvodnja se može održati sledećih 100 godina. U Kuvajtu je većina rezervi smeštena u polju Burgana, to je drugo najveće polje na svetu, posle saudijskog polja Ghavar.

Venecuela ima najveće rezerve na zapadnoj polulopti. Prema sadašnjim proizvodnim količinama, njene rezerve će postojati za još 80 godina. Međutim, Venecuela raspolaže nekonvencionalnim rezervama, a dokazane količine su oko 1200 biliona barela, što bi odgovaralo ukupnim svetskim konvencionalnim rezervama.

Sjedinjene Američke Države (SAD) su od 2005. godine udvostručile uvoz od domaće proizvodnje. Dokazane rezerve iznose nešto više od 21 gigabarela, što je pad od 46% u odnosu na 1970. godinu, kada su rezerve iznosile 39 gigabarela. Smatra se da su najvažnije rezerve nafte otkivene u SAD-u.

Meksiko obuhvata količinu od 14 gigabarela rezervi nafte. Naravno, zbog političkih razloga, procene se razlikuju od zainteresovane strane, tako da je meksička vlada u januaru 2006. godine objavila podatak od čak 100 gigabarela, dok je u poznatom časopisu „Oil and gas journal“, taj podatak smanjen na 12,9 gigabarela (Dijagram 1).



Dijagram 1. Prikaz proizvodnje nafte u barelima (1 barrel = 158,99 litara).

Prvih 15 potrošača nafte u svetu su: SAD, Japan, Kina, Nemačka, Brazil, Rusija, Kanada, Indija, Francuska, Meksiko, Italija, Velika Britanija, Španija, Saudijska Arabija i Indonezija.

PRIRODNI GAS

Prirodni gas je nastao pod istim uslovima kao i nafta. Puno vremena se mislilo da je beskoristan, čak se i danas u nekim državama rešavaju ovog gasa tako što ga spaljuju u velikim bakljama. „On danas ima široku upotrebu u sistemima zagrevanja prostorija, kao i topotna energija u ugostiteljstvu i domaćinstvima. Prirodni gas se računa kao treće (posle uglja i nafte) glavno gorivo, i zastupljen je među primarnim izvorima energije sa oko 19%, ali se još nedovoljno koristi.“ [1] Zalihe prirodnog gasa nisu još dovoljno ispitane, ali se smatra da su sadašnje rezerve dovoljne za vremenSKI period od 50 do 60 godina, prema sadašnjoj potrošnji.

U mnogo slučajeva, prirodni gas je idealno fosilno gorivo jer je pričinno čist, jednostavan za transport i komforan za upotrebu. Čistiji je od nafte i uglja, pa se sve više spominje kao rešenje za postojeće klimatske promene i probleme sa lošim kvalitetom vazduha.

Eksploracija prirodnog gasa

Često se nafta i prirodni gas izvlače iz istog nalazišta. Gasne bušotine zahtevaju samo sistem cevi koji se naziva i „*božićno drvce*“ za kontrolu protoka gasa. Međutim, sve je manje takvih bušotina, jer je većina ovog „jeftinog“ gasa već izvađena, pa zbog toga skoro uvek treba upotrebiti neku vrstu pumpanja iz podzemlja. Najčešći oblik pumpe je „*konjska glava*“, koja diže i spušta prut u buštinu, dovodeći prirodni gas na površinu (Slika 3).

Svetske rezerve prirodnog gasa

Najveće rezerve gasa nalaze se u Sibiru, a najveći izvoznici prirodnog gasa su: Rusija, Kanada, Alžir, Holandija i Indonezija, dok su najveći uvoznici: SAD, Nemačka i Japan (Tabela 1).



Slika 3. Levo je „božično drvce“, a desno „konjska glava“.

Producers	Mm ³	% of World total	Exporters	Mm ³	Importers	Mm ³
Russia	584 200	23.0	Russia	205 354	United States	101 530
United States	548 044	21.6	Canada	94 966	Germany	76 761
Canada	180 618	7.1	Algeria	63 763	Japan	72 154
United Kingdom	115 065	4.5	Norway	45 499	Ukraine	60 313
Algeria	89 348	3.5	Indonesia	39 032	Italy	49 484
Netherlands	72 864	2.9	Netherlands	38 106	France	40 625
Indonesia	67 830	2.7	Malaysia	18 359	Korea	16 940
Islamic Rep. of Iran	63 744	2.5	Australia	9 804	Belarus	16 565
Uzbekistan	56 001	2.2	Turkmenistan	9 723	Belgium	15 805
Saudi Arabia	52 811	2.1	Qatar	8 036	Spain	15 222
Rest of the World	706 341	27.8	Rest of the World	61 491	Rest of the World	125 631
World	2 536 866	100.0	World**	594 133	World**	591 030

Tabela 1. Najveći proizvođači, izvoznici i uvoznici prirodnog gasa.

UGALJ

Ugalj je nastao evolucijom ogromnih količina biljne mase nastale od ostatka kopnene vegetacije u močvarama tokom 400 miliona godina. Složenim biohemijskim i hemijskim preobražajima biljaka u geološkom vremenu, u zemljinim slojevima nastala su ležišta uglja. Pre 50 godina, ugalj je bio zastupljen sa 80% među izvorima primarne energije, dok danas njegova zastupljenost iznosi samo 30%. Ovo jasno pokazuje da je u toku poslednjih 50 godina sve više trošena nafta na račun uglja, što danas ima vrlo štetne posledice. Vek trajanja svetskih zaliha uglja nije tačno određen i računa se na oko 70–100 godina. Još pre 40 godina, rešen je problem dobijanja nafte iz uglja. Međutim, pretvaranje uglja u naftu je vrlo skupo, pošto je ovaj proces vrlo komplikovan. Ugalj se, zbog različite energetske vrednosti, deli na: treset, lignit, mrki ugalj i kameni ugalj.

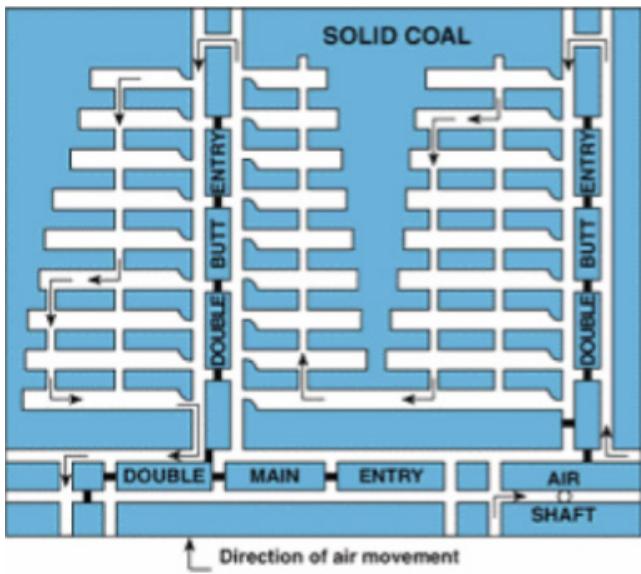
Eksplotacija uglja

„Danas se ugalj većinom nalazi ispod sloja stena i blata, pa njegova eksplotacija u prvom redu zavisi od geoloških uslova.“ [2] U osnovi razlikujemo: *jamsku (podzemnu) i površinsku eksplotaciju*. Kada se slojevi uglja nalaze na većim dubinama, potrebno je izgraditi podzemne rovove radi pristupa nalazišta, pa se ovaj način definiše kao *jamska eksplotacija*. Potrebna su značajna sredstva za otvaranje rudnika, za infrastrukturu, za pripremne radove i za sve to je potrebno nekoliko godina (Slika 4). Prosečno trajanje eksplotacije je 30–40 godina.

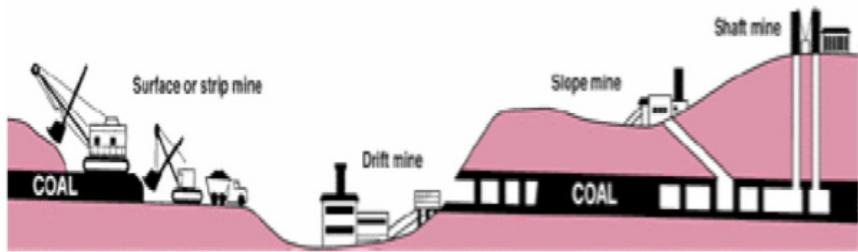
Površina eksplotacije se primenjuje za slojeve uglja blizu površine, jer je ekonomičnije da se odstrani sloj humusa i stena, i da se tako dođe do uglja, nego graditi čitav sistem podzemnih hodnika (Slika 5).

Svetske rezerve uglja

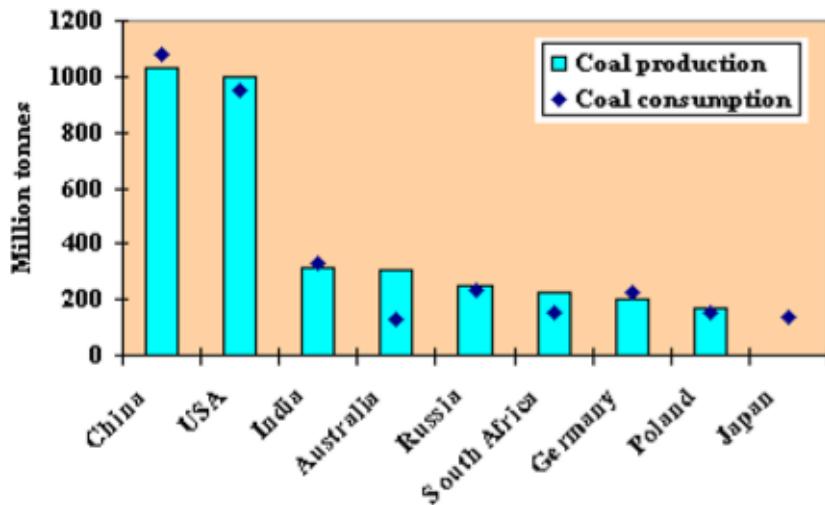
U poslednje vreme nema značajnih promena u potrošnji uglja (Dijagram 2). Korišćenje uglja je u očekivanom porastu u svim regionima, sa izuzetkom Zapadne i Istočne Evrope. U velikoj meri, ugalj je zamjenjen korišćenjem gasa. Kina, SAD i Indija troše većinu proizvedenog uglja, dok Austrija izvozi skoro polovinu svoje proizvodnje. Najveći uvoznici su Japan, Južna Koreja, Nemačka i Velika Britanija.



Slika 4. Šematski prikaz jamske eksplotacije.



Slika 5. Šema površinske eksplotacije.



Dijagram 2. Prikaz proizvodnje i potrošnje uglja po državama.

ZAKLJUČAK

Moramo obratiti pažnju na činjenicu da će se neki od prirodnih resursa u potpunosti iscrpeti ukoliko ne smanjimo potrošnju, što je ozbiljan problem, jer živi svet zavisi od ovih resursa. Neobnovljivi prirodni resursi se moraju sačuvati za potrebe sadašnjih i budućih generacija, treba ih trošiti pametno, ali je potrebno što vise koristiti obnovljive prirodne resurse, koji su zahvalniji.

LITERATURA

- [1] Nenad Đajić, *Energija za održivi svet*. Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2002.
- [2] Ed. Joseph W. Leonard III, Byron C. Hardinge: *Coal preparation*. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, 1991.
- [3] Tomislav Malvić, Josipa Velić, *Geologija ležišta fluida*. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološki-naftni fakultet, Zavod za geologiju i geološko istraživanje, Zagreb, 2008.
- [4] Aleksandar Mogutov, *Geologija nafte i gasa*. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2015.
- [5] Milić Rajković, *Nafta i prirodni naftni gas*. Prometej, Novi Sad, 2009.

NON-RENEWABLE RESOURCES

Branislava Radišić

branislava.radicic999@gmail.com

Mentor: Assist. Prof. Snežana Komatinia

Mihajlo Pupin Technical Faculty in Zrenjanin

University of Novi Sad

Abstract

Fossil fuels make the largest part of non-renewable resources. Those are the fuels originated from dead organisms in the Earth's interior with the influence of high temperature and pressure during millions of years. Fossil fuels are: oil and oil products, natural gas and coal. The world's oil and gas reserves are one of the most important energy resources which are accessible to mankind. They are distributed throughout Earth, but they are not distributed very evenly. We have to take something into consideration, and that is the fact that some of the natural resources can be exhausted very soon if we do not reduce our consumption, which is a serious problem because mankind is relying on these resources.

Keywords: oil; gas; coal; exploitation

RADIOAKTIVNI OTPAD I NJEGOVO ODLAGANJE

Milica Stojanović

stojanovic99milica@gmail.com

Mentor: doc. dr Snežana Komatina

Departman za biologiju i ekologiju

Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin

Univerzitet u Novom Sadu

Sažetak

Radioaktivni materijali predstavljaju opasnost za živi svet ukoliko se ne kontrolišu na adekvatan način. Osim kontrole primene radioaktivnog materijala, veoma je važan način upravljanja njime tokom korišćenja, ali i nakon prestanka korišćenja. Radioaktivni otpad je radioaktivni materijal koji se ne planira za dalju upotrebu. Međutim, određena količina radioaktivnog otpada može biti reciklirana ili ponovo korišćena u druge svrhe. Radioaktivni otpad nastaje u nuklearnoj industriji, u procesu proizvodnje električne energije, kao i u nizu radijacionih delatnosti. U zavisnosti od agregatnog stanja radioaktivnog otpada, bira se metoda kojom će se njegovo obradivanje vršiti.

Ključne reči: Radioaktivni otpad; skladištenje radioaktivnog otpada; upravljanje radioaktivnim otpadom

UVOD

Radioaktivni materijali predstavljaju opasnost za sav živi svet ukoliko se ne kontrolišu na adekvatan način. Pored kontrole primene radioaktivnog materijala, važan je način upravljanja njime, kako za vreme korišćenja tako i nakon prestanka korišćenja. Efikasna kontrola radioaktivnog otpada sprečava potencijalna izlaganja jonizujućem zračenju, koja mogu biti štetna po zdravlje ljudi i po životnu sredinu.

DEFINICIJA RADIOAKTIVNOG OTPADA

Radioaktivni otpad je radioaktivni materijal koji se ne planira za dalju upotrebu. Međutim, određena količina radioaktivnog otpada može biti reciklirana ili ponovo korišćena u druge svrhe. Primeri potencijalno recikliranog otpada su: kontaminiran metalni otpad, radioaktivni izvori koji mogu dobiti drugu primenu i dalja upotreba uranijuma i plutonijuma izloženog nuklearnog goriva.

Radioaktivni otpad je materijal koji sadrži radionuklide čija je aktivnost veća od nivoa izuzimanja. Kada su prisutni radionuklidi, radioaktivni otpad emituje veliku količinu jonizujućeg zračenja. Radioaktivni otpad koji ima mali sadržaj radionuklida smatra se neradioaktivnim otpadom.

CILJ UPRAVLJANJA RADIOAKTIVNIM OTPADOM

Za efikasnu kontrolu rizika, potrebna je kontrola procesa upotrebe radioaktivnih materijala i kontrola radioaktivnog otpada nastalog tokom tog procesa. Kontrola radioaktivnog otpada umanjuje rizik po zdravlje ljudi i rizik po životnu sredinu.

Radioaktivni materijali imaju veoma dug period poluraspada, i zbog toga je neophodno njegovo kontrolisanje u toku značajnog vremenskog perioda.

Najznačajnija pitanja u problemu upravljanja radioaktivnim otpadom su:

- Oslobođanje od regulatorne kontrole (ispuštanje u životnu sredinu bez posebnih ograničenja),
- Kontrolisano ispuštanje u životnu sredinu ili kontrolisana upotreba recikliranih radioaktivnih materijala i
- Regulisano odlaganje radioaktivnog otpada u nameska odlagališta.

Efikasno upravljanje radioaktivnim otpadom podrazumeva minimizaciju količine nastalog radioaktivnog otpada još u samoj fazi generisanja pravilnim planiranjem aktivnosti.

Minimizacija predstavlja proces smanjenja količine i aktivnosti radioaktivnog otpada do tog nivoa koji se može postići u svim fazama objekata ili aktivnosti. Minimizacija radioaktivnog otpada se može postići na nekoliko načina.

Najčešće se primenjuje jedna ili kombinacija nekoliko tehnika, od kojih su najčešće:

- Čuvanje radioaktivnog materijala koji sadrže kratkoživeće radioizotope do smanjenja aktivnosti ispod nivoa oslobođanja,
- Smanjivanje nastalog radioaktivnog otpada, uvođenje novih postupaka, tehnologija i procesa koji dovode do smanjenja generisanja radioaktivnog otpada,
- Sprečavanje širenja kontraminacije tokom obavljanja bilo koje aktivnosti i
- Planiranje i primena odgovarajućih metoda obrade radioaktivnog otpada.

Napredak u oblasti upravljanja radioaktivnim otpadom se razlikuje od države do države, ali u većini slučajeva nije dovoljno brz i efikasan i zahteva velika finansijska ulaganja.

POREKLO I VRSTE RADIOAKTIVNOG OTPADA

Radioaktivni otpad nastaje u nuklearnoj industriji, u procesu proizvodnje električne energije, kao i u nizu radijacionih delatnosti, kao što su primena izvora zračenja u medicini, industriji, poljoprivredi ili naučnoistraživačkom radu. Radioaktivni materijali posle određenog vremena postaju delimično ili potpuno neupotrebljivi, ali neretko zadrže veliki deo radioaktivnosti koji su imali tokom upotrebe. Radioaktivni otpad može biti kontrolisan i nekontrolisan.

„Kontrolisan radioaktivni otpad može nastati tokom proizvodnje električne energije ili iz aktivnosti u kojima se koriste različiti radionuklidi (npr. medicina, industrija, naučno-istraživački rad...), kao i drugim aktivnostima u kojim se koriste radioaktivni materijali. Nekontrolisan radioaktivni otpad nastaje kao posledica neplaniranih akcidenata, uglavnom na mestima gde kontrola radioaktivnog otpada nije adekvatna. Hanford je jedna od nekoliko lokacija na kojima je smešten radioaktivni otpad koji potiče iz vojnog nuklearnog programa Sjedinjenih Američkih Država.

Neadekvatno kontrolisan radioaktivni otpad različitog tipa smeštan je u masivnim kontejnerima sa jednostrukim zidom, koji su vremenom postali propusniji za radioaktivne materijale.

U Velikoj Britaniji (Sellafield), radioaktivni otpad se nalazi u otvorenim sudovima i izložen je atmosferskim padavinama. Nekontrolisan radioaktivni otpad postoji i kao posledica incidenata u Ukrajini (Černobil) i u Japanu (Fukušima).” [1]

Tabela 1.

Kontrolisan radioaktivni otpad	Nuklearni gorivni ciklus
	Aktivnosti izvan ciklusa nuklearnog goriva
Nekontrolisan radioaktivni otpad	Incidenti

Kako bi uranijum bio pripremljen za upotrebu u nuklearnom reaktoru, neophodno je da prođe fazu iskopavanja i mlevenja rude, pretvaranje, obogaćivanje i proizvodnju nuklearnog goriva. Ove faze predstavljaju „prednji kraj“ nuklearnog gorivnog ciklusa. Nakon završetka upotrebe nuklearnog goriva u nuklearnom reaktoru, ono postaje iskorišćeno. Iskorišćeno nuklearno gorivo može služiti kao izvor iz kojeg će se preradom izdvajati uranijum i plutonijum, tako da se mogu ponovo koristiti u nuklearnom gorivnom ciklusu ili se može proglašiti radioaktivnim otpadom.

Iako se neke države odlučuju za preradu istrošenog nuklearnog goriva, velika količina tog goriva je skladištena na mestima nuklearnih elektrana u kojima je iskorišćeno. Pomenute aktivnosti predstavljaju „Zadnji kraj“ nuklearnog gorivnog ciklusa.

„Tokom eksploracije, drobljenja, prerade i obogaćivanja rude uranijuma, nastaje otpad koji je kontaminiran prirodnim radionuklidima. Dok u fazi korišćenja nuklearnog goriva nastaje otpad koji je kontaminiran fizičnim produktima (otpad koji je aktiviran nuklearnim reakcijama u nuklearnom reaktoru).” [2]

Na kraju nuklearnog gorivnog ciklusa, nastaje srednje ili visoko aktivni radioaktivni otpad, kao i velike količine isluženog nuklearnog goriva. Ogromne količine visoko aktivnog otpada nastaju tokom prerade i obrade

isluženog nuklearnog goriva (Slika 1).



Slika 1. Međunarodna skala nuklearnih i radiooloških događaja (INES).

INES se odnosi na događaje koji mogu nastati tokom transporta, sklađištenja i upotrebe radioaktivnih materijala.

KLASIFIKACIJA RADIOAKTIVNOG OTPADA

Klasifikacija može biti zasnovana na radioološkim, fizičkim, hemijskim ili biološkim osobinama, tj. na osnovu kriterijuma kao što su: agregatno stanje, period poluraspada ili koncentracija aktivnosti radionuklida prisutnih u radioaktivnom otpadu (Tabela 1). Sistemi klasifikacije radioaktivnog otpada su uglavnom zasnovani na preporukama *Međunarodne agencije za atomsku energiju*, mada se oni razlikuju od države do države i prilagođeni su uslovima koji postoje u državi.

Tabela 2. Značajne osobine radioaktivnog otpada.

OSOBINA	PARAMETAR
Poreklo	Izvor, generator
Radiološke osobine	Period poluraspada, generisanje toplote, površinska kontaminacija i drugo.
Fizičke osobine	Agregatno stanje, zapremina, isparljivost i slično.
Hemijske osobine	Korozivnost, reaktivnost, zapaljivost i drugo.
Biološke osobine	Brzina i produkt razgradnje

Vreme poluraspada radionuklida koji se nalaze u radioaktivnom otpadu može biti u rasponu od nekoliko sekundi do nekoliko miliona godina. Radionuklidi su podeljeni na kratkoživeće i dugoživeće. Dugoživećim se smatraju radioizotopi sa periodom poluraspada dužim od 30 godina, dok se radioizotopi sa periodom poluraspada kraćim od 30 godina smatraju kratkoživećim.

„Izuzet radioaktivni otpad (EW) je otpad koji sadrži male koncentracije radionuklida i ne zahteva posebne mere zaštite od zračenja, bez obrzira da li se odlaže u životnu sredinu ili vraća u prvobitnu upotrebu.

Veoma kratkoživeći radioaktivni otpad (VSLW) sadrži samo radionuklide sa vrlo kratkim vremenom poluraspada i sa koncentracijama aktivnosti radionuklida iznad nivoa za ispuštanje u životnu sredinu. Takav otpad se može privremeno čuvati dok aktivnost ne opadne ispod nivoa za ispuštanje u životnu sredinu.

Veoma niskoaktivni radioaktivni otpad (VLLW) je otpad koji nastaje tokom rada i u procesu razgradnje i uklanjanja nuklearnog postrojenja. Upravljanje ovakvim otpadom zahteva veću pažnju.

Niskoaktivni radioaktivni otpad (LLW) je otpad u kom se mogu naći male količine dugoživećih radionuklida. Obuhvata veoma širok opseg aktivnosti: od takvih da ne zahtevaju posebne mere zaštite od zračenja i izolacije od životne sredine, pa do takvih da zahtevaju gore navedene stvari i to u veoma dugom periodu.

Srednjeaktivni radioaktivni otpad (ILW) je radioaktivni otpad koji sadrži dugoživeće radionuklide u količinama koje zahtevaju nešto veći stepen zaštite od zračenja i veći nivo izolacije u odnosu na niskoaktivni otpad.

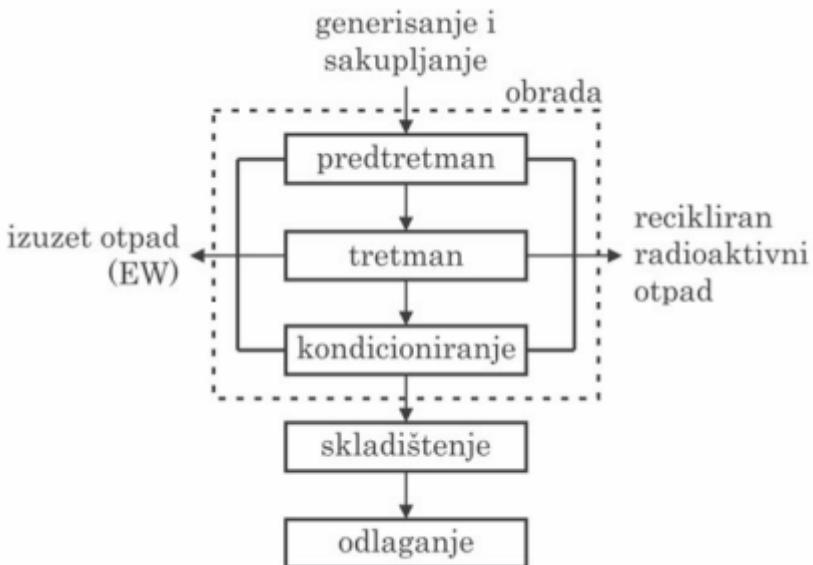
Visokoaktivni otpad (HLW) je radioaktivni otpad čija je aktivnost dovoljno velika i zahteva dodatne specijalno dizajnirane zaštitne barijere u cilju dugoročne zaštite od spoljašnjeg izlaganja, kao i dodatni sistem za hlađenje zbog količine generisanja toplote.” [3]

FAZE UPRAVLJANJA RADIOAKTIVNIM OTPADOM

Upravljanje radioaktivnim otpadom čine različite administrativne i tehničke aktivnosti, kao što su: sakupljanje, obrada, predtretman, tretman, kondicioniranje, skladištenje, transport i odlaganje radioaktivnog otpada. Upravljanje radioaktivnim otpadom podrazumeva karakterizaciju i pripremne radove za transport, prijem radioaktivnog otpada, uvođenje u bazu podataka i izdavanje potvrde o prijemu i skladištenju ovakvog otpada.

Upravljanje ovakvim otpadom počinje kontrolom generisanja otpada

na mestu nastanka, a završava se njegovim odlaganjem, pri čemu karakterizacija, obrada, skladištenje i transport mogu biti zastupljeni u bilo kojoj fazi upravljanja radioaktivnim otpadom (Slika 2).



Slika 2. Osnovne faze upravljanja radioaktivnim otpadom

Odlaganje predstavlja finalni korak u upravljanju radioaktivnim otpadom i podrazumeva ispuštanje efluenata u životnu sredinu ili smeštanje otpada u odlagalište, bez namere da se on ponovo iznosi. Slika 3 pokazuje da je odlaganje najbolja opcija samo kada se sve opcije iscrpe i kada se jedino na taj način može obezbediti dugoročna sigurnost.

Reciklaža je proces u kom se dešava obnavljanje i ponovno korišćenje materijala za nove proizvode. U slučaju kontaminacije radioaktivnim materijalima, reciklaža ima ograničenu primenu, pre svega zbog veoma komplikovanog postupka izdvajanja radionuklida iz kontaminiranog materijala.

Razvrstavanje radioaktivnog otpada se obavlja na mestu gde je nastao. Kada su u pitanju kriterijumi za razvrstavanje radioaktivnog otpada, zasnuvaju se na sledećim osobinama:

- Aktivni i neaktivni otpad

- Period poluraspada
- Vrsta i energija emitovanog zračenja
- Moguće opcije za obradu

Kontaminacija je svako neplansko i neželjeno prisustvo radioaktivnih supstanci na površinama ili unutar čvrstih materijala, tečnosti ili gasova. Dekontaminacija je postupak uklanjanja ili smanjenja nivoa kontraminacije.



Slika 3. Šema poželjnih opcija u upravljanju radioaktivnim otpadom.

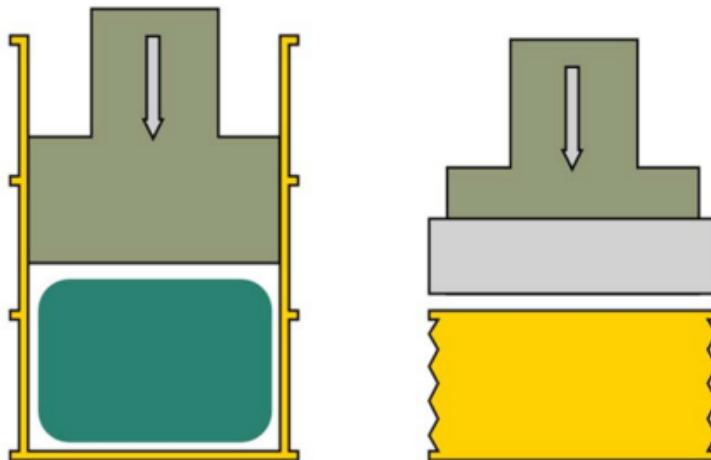
Tretman radioaktivnog otpada obuhvata aktivnosti čiji je cilj unapređenje radijacione sigurnosti i ekonomičnije upravljanje radioaktivnim otpadom. Podrazumeva izmenu fizičkih i hemijskih osobina radioaktivnog otpada. Osnovni zadaci u ovom procesu su: smanjenje zapremine, izmena sastava i uklanjanje radionuklida.

Smanjenje zapremine je uobičajena metoda u okviru tretmana radioaktivnog otpada. Koristi se u cilju efikasnijeg tretmana i daljeg upravljanja radioaktivnim otpadom. Najčešće se primenjuju dve metode, a to su sabijanje i spaljivanje.

Smanjivanje zapremine radioaktivnog otpada primenom visokog pritiska u specijalnim presama naziva se kompaktiranje (Slika 4).

Ova metoda smanjivanja zapremine se može koristiti samo na stišljiji-

vim materijalima, kao što su: papir, staklene ili plastične boce, odeća, drvo, aluminijum, i drugo.



Slika 4. Kompaktiranje buradi sa radioaktivnim otpadom.

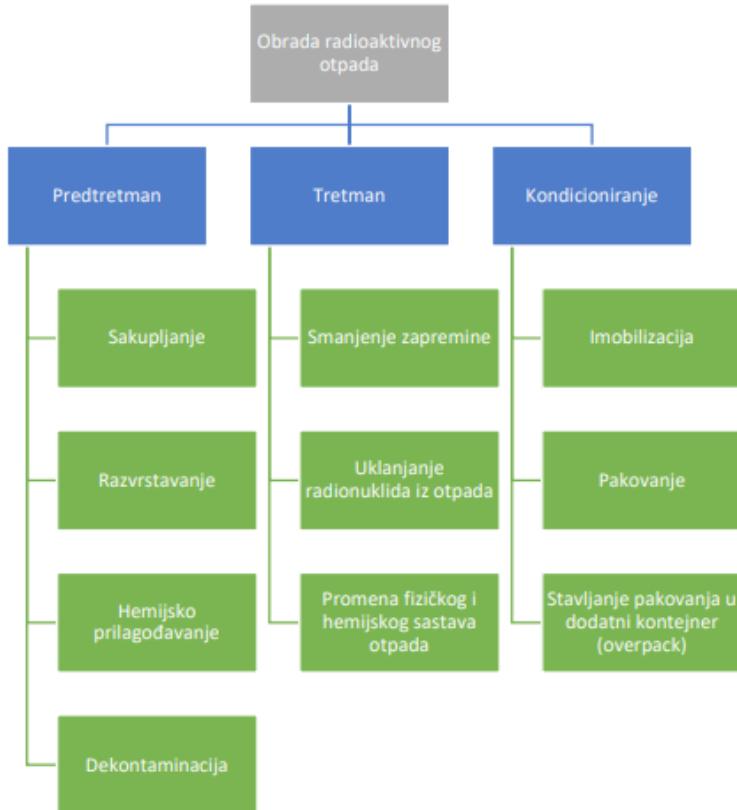
„Uklanjanje radionuklida iz radioaktivnog otpada je moguće u procesima sedimentacije, isparavanja, filtracije ili jonske izmene. Kao posledica ovakve obrade je koncentrisanje radionuklida u manjim zapreminama u vidu taloga ili jonoizmenjivačkih smola.” [3]

Kondicioniranje radioaktivnog otpada predstavlja transformaciju otpada u oblik koji je pogodan za dalje upravljanje, transport, skladištenje i odlažanje. Najčešće metode koje se koriste za kondicioniranje radioaktivnog otpada su učvršćivanje i pakovanje.

OBRADA RADIOAKTIVNOG OTPADA

Postoji mnogo metoda koje se koriste prilikom obradivanja radioaktivnog otpada, od kojih samo deo čine: hemijska precipitacija, sorpcija i jonska izmena, membranske metode, kompaktiranje, spaljivanje i druge (Slika 5).

U zavisnosti od agregatnog stanja radioaktivnog otpada, bira se metoda kojom će se njegovo obradivanje vršiti.



Slika 5. Pojedine faze obrade radioaktivnog otpada.

SKLADIŠTENJE RADIOAKTIVNOG OTPADA

Skladištenje radioaktivnog otpada predstavlja postupak njegovog vremenog smeštanja u namenski objekat. Takav otpad se skladišti na određeni vremenski period na takav način da moraju biti ispunjene sve mere radijacione i nuklearne sigurnosti i bezbednosti uskladištenog otpada. Takve mere podrazumevaju:

- Zadržavanje svih radionuklida unutar skladišta,
- Izolaciju uskladištenog radioaktivnog otpada od neželjenih spoljnih uticaja i
- Stalni monitoring radioaktivnosti u životnoj sredini u okolini skladišta.

Pored navedenih mera, važno je sačuvati mogućnost da se uskladišteni otpad može, po potrebi, izneti iz skladišta radi tretmana, odlaganja ili oslobođanja od regulatorne kontrole. Predviđeno vreme skladištenja radioaktivnog otpada mora biti u skladu sa životnim vekom obradenog radioaktivnog otpada i samog objekta skladišta. Iskorišćeni zatvoreni izvori ionizujućeg zračenja, koji su proglašeni radioaktivnim otpadom, pre skladištenja se razdvajaju prema aktivnosti, vremenu poluraspada radionuklida, fizičkim i hemijskim osobinama radionuklida, nakon čega se tako razdvojeni skladište.

Faze skladištenja radioaktivnog otpada (Slika 6):

- Prijem radioaktivnog otpada u skladište,
- Skladištenje i inspekcija uskladištenog otpada i
- Iznošenje radioaktivnog otpada iz skladišta i njegova primena za narednu fazu upravljanja.



Slika 6. Primer skladištenja radioaktivnog otpada.

U zavisnosti od namene i predviđenog vremena skladištenja, skladišta se mogu podeliti na: skladišta za kratkoročno skladištenje, skladišta za dugoročno skladištenje i skladišta za radioaktivni otpad koji je nastao u akcidentu.

TRANSPORT RADIOAKTIVNIH MATERIJA

Transport radioaktivnih materija obuhvata sve aktivnosti koje podrazumevaju pomeranje radioaktivnog otpada. Ove aktivnosti obuhvataju konstrukciju, proizvodnju i održavanje transportnih kontejnera, kao i pripremu, slanje, manipulaciju, skladištenje i prijem paketa sa radioaktivnim sadržajem.

Transport se vezuje uglavnom samo za radioaktivni otpad koji se nalazi u čvrstom agregatnom stanju. Najčešći vid transporta radioaktivnog otpada je drumski ili železnički saobraćaj, ali takođe mogu biti zastupljeni vodenii vazdušni.

ZAKLJUČAK

U ovom radu se govori o tome šta predstavlja radioaktivni otpad, gde nastaje i kakav može biti. Takođe su opisana najznačajnija pitanja koja se javljaju u problemu upravljanja radioaktivnim otpadom i na koji način se ona mogu rešiti. Data je podela radioaktivnog otpada. Navedena je klasifikacija, kao i koliko je svaki otpad pojedinačno štetan, kolika pažnja bi trebala da mu se posveti. Opisane su faze kroz koje radioaktivni otpad mora da prođe tokom upravljanja. Na samom kraju rada, opisano je na koji način se radioaktivni otpad može pravilno skladištiti i transportovati.

LITERATURA

- [1] Olivera Ciraj Bjelac, Milan Vujović. *Upravljanje radioaktivnim otpadom* – Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2017.
- [2] *Nuklearke* – Zelena lista, Zagreb, 2011.
- [3] <https://radioaktivniotpad.org.>

RADIOACTIVE WASTE AND ITS DISPOSAL

Milica Stojanović

stojanovic99milica@gmail.com

Mentor: Assist. Prof. Snežana Komatina

Mihajlo Pupin Technical Faculty in Zrenjanin

University of Novi Sad

Abstract

Radioactive materials could be dangerous to the living world if they are not properly stored. Besides the control of their use, it is very important to manage them during and after the use. Radioactive waste is radioactive material that is not planned for further use. However, a certain amount of radioactive waste can be recycled or reused for other purposes. Radioactive waste is generated in the nuclear industry, in the process of electricity production, as well as in a number of radiation activities. The method by which it will be treated is selected by the state of matter of the radioactive waste.

Keywords: radioactive waste; storing radioactive waste; managing radioactive waste

ISPITIVANJE EFIKASNOSTI INHIBITORA KOROZIJE BAKRA U BAZNOM ULJU U PRISUSTVU EP ADITIVA

Jovana Pjanić, Jelena Lazović

jelenalazovic97@gmail.com

Tehnološki fakultet

Univerzitet u Banjoj Luci

Sažetak

U cilju poboljšanja svojstava ulja za podmazivanje, dodaju se različiti aditivi, koji u zavisnosti od njihovog hemijskog sastava mogu izazvati koroziju materijala sa kojim dolaze u kontakt. U ovom istraživanju vršeno je ispitivanje korozije bakra u skladu sa ASTM D-130 metodom u hidrorekovanom baznom ulju HC-8 u kojem je dodat aditiv za podnošenje ekstremno visokih pritisaka, u različitim koncentracijama. Takođe, ispitana je efikasnost djelovanja različitih inhibitora korozije bakra u ovako namiješanim rastvorima. Stepen korozije je određen poređenjem boje bakarne trake prije i poslije dodavanja inhibitora u pripremljeni rastvor aditiva u baznom ulju. Istraživanje je pokazalo da su svi ispitani inhibitori efikasni u zaštiti bakra od korozije, pri čemu je najefikasniji inhibitor na bazi derivata tolitriazola u koncentraciji većoj od 80 ppm.

Ključne riječi: ASTM D-130; bakarna traka; efikasnost inhibitora

EXAMINATION OF EFFICIENCY OF COPPER CORROSION INHIBITORS IN BASE OIL WITH EXTREME PRESSURE ADDITIVE

Jovana Pjanić, Jelena Lazović

jelenalazovic97@gmail.com

Faculty of Technology

University of Banja Luka

Abstract

In order to improve performances of lubricants, different additives are added, which depending on their chemical composition can cause material corrosion. In this study, copper corrosion was tested in accordance with the ASTM D-130 method in the hydrocracked base oil with an extreme pressure additive added in different concentrations. Also, the efficiency of different corrosion inhibitors in blended solutions was examined. The corrosion rate was determined by comparing the color before and after adding inhibitors in the prepared additive solution in base oil. This study showed that all the examined inhibitors are effective in the protection of copper, and the tolytriazole derivative based inhibitor is the most effective in concentrations higher than 80 ppm.

Keywords: ASTM D-130; copper strip; inhibitor efficiency

СИР - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

62(082)
66(082)

НАУЧНО-стручна конференција Студенти у сусрет науци (12 ; 2019 ; Бања Лука)

Inženjerstvo i tehnologija. Istraživanja u inženjerstvu i tehnologiji : zbornik radova / 12. Naučno-stručna konferencija Studenti u susret nauci - StES 2019, Banja Luka 2019. = Engineering and Technology. Research in Engineering and Technology : proceedings / 12th scientific conference Students encountering science - StES 2019 ; [urednici Goran Popović ... [et al.]]. - Banja Luka : Univerzitet u Banjoj Luci : Studentski parlament Univerziteta u Banjoj Luci, 2019 (Banja Luka : Mikro print). - 32 str. : илустр. ; 21 cm. - (Inženjerstvo i tehnologija, ISSN 2637-2266)

Тираж 25. - Библиографија уз сваки рад. - Abstracts.

ISBN 978-99976-49-01-0

COBISS.RS-ID 8491288