

Sepiolit iz ležišta u Srbiji kao industrijski mineral

MILOJE M. ILI, Univerzitet u Beogradu,

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

OR E.T. JANA KOVI, Univerzitet u Beogradu,

Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

BILJANA Ž. JANA KOVI, InterCer d.o.o., Beograd

Stručni rad

UDC:553.675(497.11)

DOI:10.5937/tehnika1506957I

Dugogodišnja geološka istraživanja sepiolita u Srbiji su pokazala da kod nas postoje brojna ležišta (ži nog i slojevitog strukturno-morfološkog tipa) koja sadrže značajne koncentracije sepiolita koji poseduje povoljna adsorpciona i druga svojstva. Na osnovu tih svojstava sepiolit iz ovih ležišta je tretiran kao potencijalan industrijski mineral, koji bi se kod nas, isto kao u svetu, mogao koristiti u raznim granama privrede, prvenstveno kao sorbent. No, ta mogućnost je tek nedavno dokazana industrijskim tehnološkim ispitivanjima sepiolita iz ležišta Toli a kosa kod Pranjana.

Ključne reči: sepiolit, Srbija, industrijski mineral

1. OPŠTI OSVRT

Mineral *sepiolit* – $Mg_8H_6Si_{12}(OH)_{10}6H_2O$ odlikuje se velikom specifičnom površinom (do 350 m²/g) i velikom poroznošću, što ga čini efikasnim sorbentom (i to adsorbentom) za tečnosti i gasove. Na osnovu adsorpcionih i drugih povoljnih svojstava (prvenstveno reoloških i katalitičkih) sepiolit se u svetu odavno koristi kao industrijski mineral: za sorpciju nepoželjnih tečnosti (vode, ulja i dr.) sa podova; za posipanje kutija za nuždu kućnih ljubimaca; za upijanje vlage i neprijatnih mirisa; za čišćenje ulja, parafina, masti, vode; za obezbojavanje vina i šera; za izradu filtera (za cigarete i drugih); za preradu nafte; kao filter za gumu, plastiku, papir, lekove, kozmetiku; kao aditiv životinjskoj hrani; kao vezivno sredstvo; kao „nosa“ insekticida, pesticida i drugih aktivnih materija; za spravljanje specijalnih isplaka za dubinsko bušenje (na visokim temperaturama) i u mnoge druge svrhe.

Iako je u Srbiji odavno poznat i sporadično istraživan (kao „svetski“ industrijski mineral), za sepiolit je tek nedavno industrijskim tehnološkim ispitivanjima dokazano da predstavlja industrijski mineral primenljiv u domaćoj privredi.

Ležišta sepiolita čine ekonomski značajne koncentracije ovog minerala u različitim geološkim sredinama koje se javljaju u vidu dvaju strukturno-morfolo-

ških tipova: ži nog i slojevitog.

Ži nog tip sepiolitskih ležišta predstavljen je koncentracijama nagomilanjima ovog minerala u ultrabazitima (peridotitsko-serpentinitskim) stenama i, ređe, u karbonatnim (krečnja ko-dolomitnim) stenama. U prvom slučaju sepiolit je najčešće asociran sa magnezitom: sepiolitske koncentracije se javljaju u okviru veštih magnezitskih žica u vidu odelitih tela ži noge, sočivaste ili nepravilne forme. Međutim, ponekad se javljaju i samostalne sepiolitske žice u ultrabazitima.

Po pitanju geneze ovog strukturno-morfološkog tipa sepiolitskih ležišta postoje dva gledišta: da su ova ležišta hidrotermalnog postanka i da su ista infiltracionog postanka (odnosno da su se obrazovala kao rezultat površinskog raspadanja ultrabazita u specifičnim uslovima). Prvi autor ovog rada zastupnik je gledišta o hidrotermalnom postanku svih značajnijih ži nog magnezitskih ležišta kao i sepiolitskih koncentracija koje se u njima javljaju [3, 4].

Kao prototip ži nog sepiolitskih ležišta (i u svetu i kod nas) mogu se uzeti koncentracije ovog minerala u ži nog magnezitskom ležištu Goleš (na Kosovu).

Slojeviti tip sepiolitskih ležišta predstavljen je slojevima, sočivima i nodulima ovog minerala (koji izgrađuju stene: sepiolitske gline) u sedimentnim serijama tercijarnih i kvartarnih basena koji se nalaze u blizini veštih masa ultrabazitnih stena (na njima i/ili pored njih).

Kao prototip slojevitih sepiolitskih ležišta u svetu može se uzeti ležište sepiolitskih glina Vikalvaro kod

Adresa autora: Miloje Ili, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, ul. ušina 7

Rad primljen: 04.11.2015.

Rad prihvaćen: 13.11.2015.

Madrida (Španija) koje je interstratifikovano u terciarnim sedimentima.

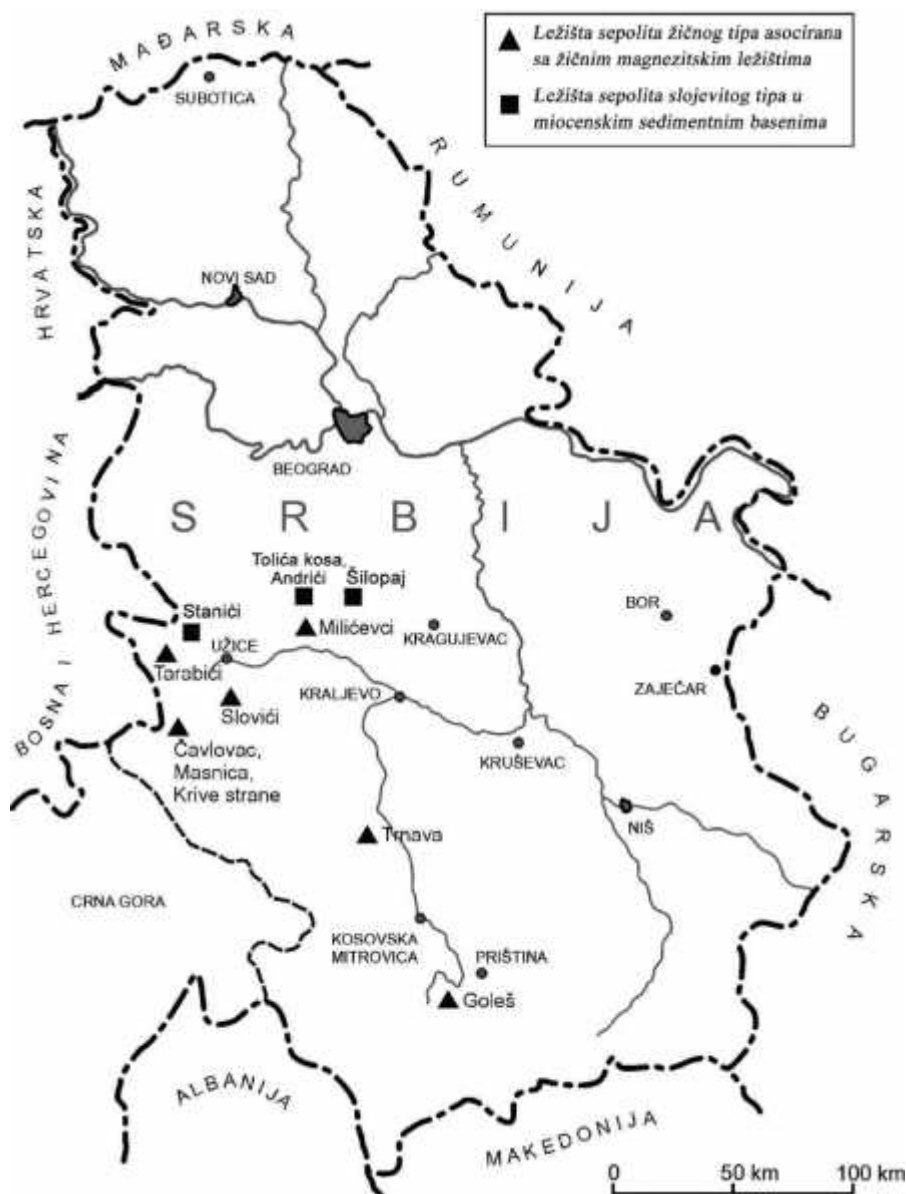
Što se tiče geneze ovog strukturno-morfološkog tipa sepiolitskih ležišta postoji opšta saglasnost da su ona sedimentnog postanka i da je sepiolitska supstanca u sedimentacione basene prineta sa okolnog kopna, dominantno izgrađena od ultrabazitnih stena (čijim površinskim raspadanjem je ista obrazovana). Međutim, postoji mogućnost da su neka od ovih sepiolitskih ležišta vulkanogeno-sedimentna.

Kod nas su zastupljena oba u svetu poznata strukturno-morfološka tipa sepiolitskih ležišta – slika 1.

Željeznom strukturno-morfološkom tipu sepiolitskih ležišta pripadaju koncentracije (žice, sova i nepravilna nagomilanja – slika 2) ovog minerala u željezitim

magnezitskim ležištima: Goleš u goleškom ultrabazitskom masivu na Kosovu, Trnava u trnavskom ultrabazitskom masivu kod Raške i Miličevci u maljensko-suvoborskom ultrabazitskom masivu kod Raške i u novije vreme otkrivene koncentracije u magnezitskim ležištima Čavlovac, Masnica, Krive strane i Slovići u zlatiborskom ultrabazitskom masivu. Sepiolit je u svim ovim ležištima tesno asociran sa magnezitom, tako da pomenuta ležišta ova dva minerala treba tretirati kao jedinstvena, kompleksna magnezitsko-sepiolitska ležišta, gde se istraživanje i eksploatacija vrše jednovremeno.

Vrlo retko se javljaju samostalne sepiolitske žice u ultrabazitima (npr. u goleškim (u blizini magnezitskih žica) i u zlatiborskim (u lokalnosti Tarabići i kod Kremne)



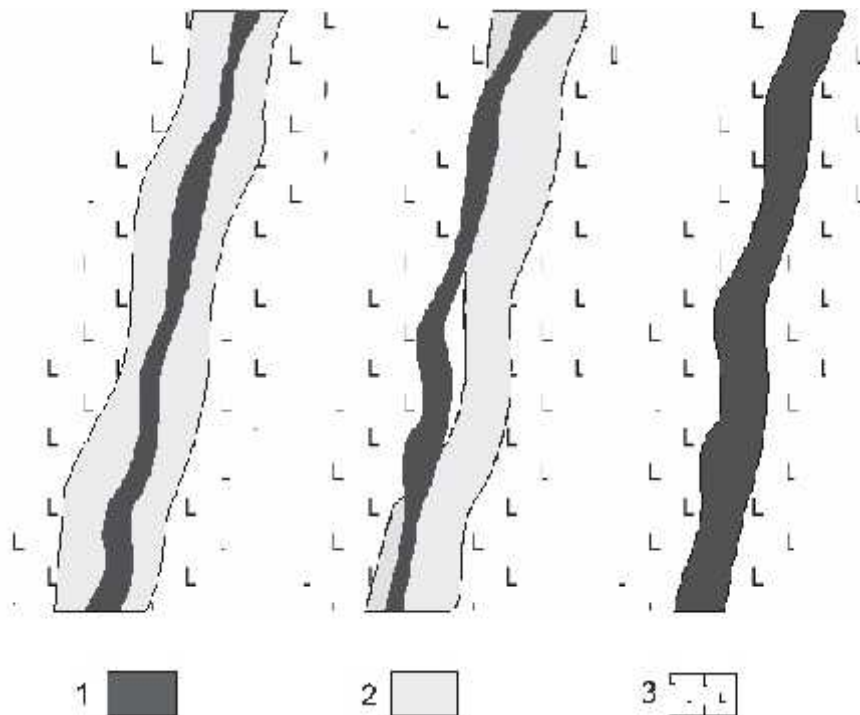
Slika 1 – Pregledna karta sepiolitskih ležišta u Srbiji

Najveće koncentracije sepiolita ovog strukturno-morfološkog tipa nalaze se u najvećem žičnom magnezitskom ležištu Goleš [22], [3], [25], [5, 6], [1, 2]. Ono se uzima kao prototip žičnih magnezitskih ležišta, a može se uzeti i kao prototip žičnih sepiolitskih ležišta.

Sepiolitske koncentracije u magnezitskom ležištu Goleš većinom se javljaju kao prateća tela (žice, soiva i nepravilna nagomilanja) u magnezitskim žicama (npr. žice Magura 14, 20 i 22), ali postoje i žice u kojima je sepiolit preovlađujućim mineralom (npr. Magura

15 i 30). Sepiolitska tela se, pri tome, najčešće nalaze u sredini magnezitskih žica i u njihovoj krovini, retko u njihovoj podini, a najčešće su samostalne sepiolitske žice u peridotitu (slika 2).

Dužina sepiolitskih tela se kreće od desetak metara do preko 200 m (ova maksimalna dužina ustanovljena je u žici Magura 14), debljina im se kreće od nekoliko centimetara do 4 m (ova maksimalna debljina utvrđena je u žici Magura 15), a maksimalno dubinsko prostiranje po padu iznosi 250 m (u žici Magura 14).



Slika 2 – Karakteristični oblici pojavljivanja sepiolita u žičnom magnezitskom ležištu Goleš [6], I – sepiolitska žica u sredini veće magnezitske žice; II – sepiolitska žica u krovini magnezitske žice; III – samostalna sepiolitska žica u peridotitu. 1. Sepiolit; 2. magnezit; 3. peridotit

U ostalim poznatim sepiolitonosnim žičnim magnezitskim ležištima u Srbiji (Trnava, Milićevci, Avlovač, Masnica, Krive strane i Slović) pojavljivanje sepiolita je uglavnom isto kao u ležištu Goleš, ali su sepiolitska tela manjih dimenzija.

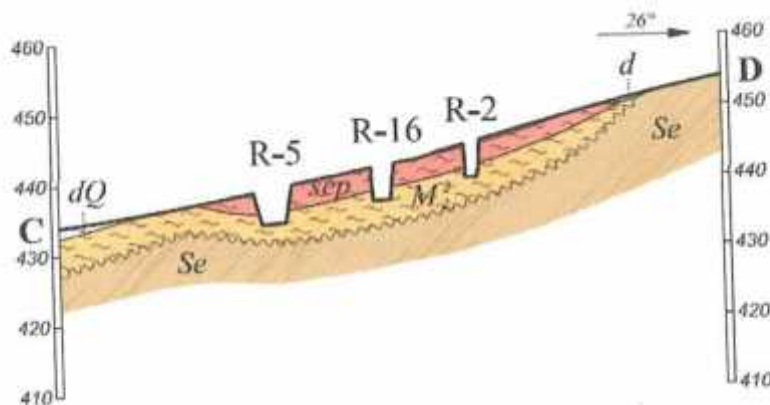
Eksploatacija magnezita (i pratećeg sepiolita) u ležištima ovog tipa vrši se skupim podzemnim rudarskim radovima. Valja, međutim, napomenuti da se u mnogim našim sepiolitonosnim žičnim magnezitskim ležištima (pre svega u Golešu), izvesne količine kvalitetnog sepiolita nalaze na deponijama, iz kojih se isti može jeftino dobijati. Sepiolit je, naime, otkopan zajedno sa magnezitom, ali je odvojen i odbačen kao "jalovina".

Slojevitom strukturno-morfološkom tipu sepiolitskih ležišta pripadaju slojevi sepiolitskih glina u sedimentnim serijama miocenskih basena Srbije koji leže

preko i/ili pored ultrabazita. Značajna ležišta ovih glina nalaze se u pranjskom miocenskom basenu (naše najbolje istraženo ležište Tolić i kosa i ležište Andrić), kremanskom miocenskom basenu (ležište Stanić) i gornjomilanovskom miocenskom basenu (ležište Šilopaj).

Ležište Tolić i kosa je predstavljeno slojevima sepiolitske gline u sedimentima pranjskog miocenskog basena (slika 3), koje se po pružanju može pratiti oko 100 m, po padu oko 50 m, a ima debljinu 1,6-3,5 m (srednja debljina je 2,5 m). U krovini ovog slojeva je humus debljine 0,2-1 m (srednja debljina je 0,5 m), a u podini je epidot-hloritsko-ilitska glina, koja leži preko serpentinita [24].

Mala debljina krovine (predstavljene humusnim pokrivačem) pruža mogućnost jeftine površinske eksploatacije sepiolitske gline u ležištu Tolić i kosa.



Slika 3 – Geološki profil C-D kroz sepiolitsko ležište Toli a kosa [24], *d* padinski nanos; *dQ* kvartarna deluvijalna glina; *sep* sepiolitska glina; M_2^3 miocenska epidot-hloritsko-ilitska glina; *Se* serpentinit (sa korom raspadanja); *R* raskop

2. PREGLED RANIJIH ISTRAŽIVANJA

Značajne podatke o sepiolitima ži nog tipa u Srbiji dali su: [22], [3, 4], [25], [1, 2], [6], [7].

Važne podatke o sepiolitima slojevitog tipa u Srbiji dali su: [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21], [14], [8, 9], [10, 11, 12], [7], [24].

Najznačajniji rezultati geoloških istraživanja i tehnoloških ispitivanja sepiolita u Srbiji, koja su obavili Geozavod-Nemetali, Rudarsko-geološki fakultet, Tehnološko-metalurški fakultet i preduzeća Geosfera doo. i InterCer d.o.o. (svi iz Beograda), su:

1. Geološkim istraživanjima otkrivena su i do različitog stepena istražena mnoga ležišta sepiolita, kako ži nog tako i slojevitog strukturno-morfološkog tipa, a neka od poznatih ležišta su doistraživana.

U novije vreme otkrivene su sepiolitske koncentracije ži nog strukturno-morfološkog tipa u ži nim magnezitskim ležištima: avlovac, Masnica, Krive strane i Slovi i, gde se javljaju u okviru većih magnezitskih žica u vidu odelitih žica, soiva i nepravilnih nagomilanja, ali se pokatkad javljaju i u vidu samostalnih sepiolitskih žica u zlatiborskim ultrabazitima: npr. u lokalnosti Tarabi i kod Kremne.

Sve ove, novootkrivene sepiolitske koncentracije su, isto kao ranije istraživana ležišta, geološki detaljno proučene i iz njih su uzete probe metodom brazde, koje su podvrgnute mineraloškim, hemijskim i laboratorijskim tehnološkim ispitivanjima.

Pored toga, izvršena je reinterpetacija podataka ranijih geoloških istraživanja i pratećih mineraloških, hemijskih i tehnoloških ispitivanja ži nih magnezitskih ležišta Goleš, Trnava i Mili evci, sa posebnim obzirom na sepiolit. Važno je napomenuti da, iako su magnezitska ležišta Goleš i Trnava sada nedostupna (zato što su rudarski radovi zarušeni), mi smo raspolagali sa

izvesnim brojem proba sepiolita, ranije uzetih iz ovih ležišta, tako da smo mogli vršiti proveru ranijih laboratorijskih ispitivanja.

Iz svih ležišta sepiolita slojevitog strukturno-morfološkog tipa (Toli a kosa, Andri i, Stani i i Šilopaj) uzete su probe metodom brazde za mineraloška, hemijska i laboratorijska tehnološka ispitivanja, a iz ležišta Toli a kosa uzeta je i tehnološka proba masovnom metodom (od 5 t) za industrijska tehnološka ispitivanja.

2. Mineraloškim i hemijskim ispitivanjima proba (uzetih metodom brazde) iz napred pomenutih ležišta utvrđeno je njihov mineralni i hemijski sastav.

Mineraloška ispitivanja (mikroskopska, rendgenska, diferencijalno-termička i termogravimetrijska, infracrvena spektroskopska) proba iz sepiolitskih koncentracija (kako od ranije poznatih tako i novootkrivenih) iz svih naših ži nih magnezitskih ležišta su pokazala da ona, pored dominantnog sepiolita, sadrže i izvesne količine karbonata (magnezita, dolomita), silicije (kvarca, kalcedona), serpentina i hlorita.

Hemijiska ispitivanja istih ovih proba su pokazala da se tu radi o vrlo istom sepiolitu, sa malim količinama primesa (uglavnom karbonata i silicije).

Mineraloška ispitivanja proba sepiolita (odnosno sepiolitskih glina) iz naših ležišta slojevitog strukturno-morfološkog tipa pokazala su dominantan sadržaj minerala sepiolita, sa pratećim paligorskitom i primesama karbonata (magnezita, dolomita, kalcita), monmorionita i kvarca.

Hemijiska ispitivanja istih ovih proba su pokazala da se tu radi o sepiolitskim glinama.

3. Tehnološka ispitivanja proba sepiolita iz napred pomenutih ležišta vršena su u laboratorijskom i industrijskom obimu.

Laboratorijska tehnološka ispitivanja obavljena su na probama sepiolita uzetim metodom brazde iz svih istraživanih ležišta, a industrijska tehnološka ispitivanja obavljena su samo na tehnološkoj probi sepiolita uzetoj masovnom metodom iz ležišta Toli a kosa. Prvonađenim ispitivanjima ustanovljene su tehnološka svojstva sepiolita, a drugonađenim njegovo ponašanje u pripremi, preradi i u proizvodnom procesu dobijanja finalnih proizvoda, kao i moguće oblasti primene tih proizvoda u našoj privredi.

Kod laboratorijskih ispitivanja regeneracije elektroizolacionih ulja korišćenjem sepiolita iz pomenutih ležišta kao adsorpcionog sredstva, proučene su vrednosti faktora dielektrične gubitaka, neutralizacionog broja, vrednosti mekane vodene ulje, dielektrične vrste, kao i specifične otpornosti ulja pre i nakon postupka obrade adsorpcijom. Na osnovu vrednosti ispitanih karakteristika ulja pre i nakon obrade sa dodatkom 20% sepiolita u odnosu na masu ulja, može se zaključiti da se ovim postupkom mogu dobiti rafinisana ulja koja, prema većini ispitanih parametara, spadaju u klasu novih ulja. Ovo ukazuje da se tokom ovih procesa odvija uklanjanje neželjenih produkata starenja ulja – kiseonik i drugih organskih jedinjenja, visokopolimerizovanih jedinjenja i vode.

Ispitivanja adsorpcije jona Zn^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Cd^{2+} i Pb^{2+} iz vodenih rastvora pokazala su da je sepiolit iz istih nalazišta efikasan adsorbent, posebno za jone kadmijuma i olova. Takođe je utvrđeno da kiselinska aktivizacija sepiolita dovodi do značajnog povećanja adsorpcije jona cinka, za razliku od neaktiviranog sepiolita.

Slične rezultate dala su ranija laboratorijska tehnološka ispitivanja proba sepiolita iz žilnih magnezitskih ležišta Goleš, Trnava i Miličevci.

Industrijska tehnološka ispitivanja vršena su na tehnološkoj probi sepiolita (odnosno sepiolitske gline) iz ležišta Toli a kosa, uzetoj masovnom metodom, sa glavnim ciljem da se utvrdi da li se isti može koristiti kao industrijski mineral u domaćoj privredi. Ova ispitivanja dala su pozitivne rezultate koji su prikazani u sledećem poglavlju.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I INDUSTRIJSKA PRIMENA

Dugogodišnja geološka istraživanja sepiolita u Srbiji su pokazala da kod nas postoje brojna ležišta (žilnog i slojevitog strukturno-morfološkog tipa) koja sadrže značajne koncentracije sepiolita koji poseduje povoljna adsorpciona i druga svojstva (prvenstveno reološka i katalitička). Na osnovu tih svojstava sepiolit iz ovih ležišta tretiran je kao potencijalan industrijski mineral, koji bi se kod nas, isto kao u svetu, mogao koristiti u raznim granama privrede, a prvenstveno kao

sorbent. No, ta mogućnost je tek nedavno (2012. godine) dokazana industrijskim tehnološkim ispitivanjima sepiolita (odnosno sepiolitske gline) iz ležišta Toli a kosa kod Pranjana od strane preduzeća InterCer doo. iz Beograda. Ovo preduzeće, kao nosilac istražnog prava na ležištu Toli a kosa, uložilo je sredstva za detaljna geološka istraživanja, proučena rudarskom studijom, tehnološkim ispitivanjima i tehničko-ekonomskom ocenom, kao i za izradu elaborata o rezervama. U toku detaljnih istraživanja iz ležišta su sistematski uzimane probe metodom brazde (za mineraloška, hemijska i laboratorijska tehnološka ispitivanja), a uzeta je i tehnološka proba od 5 t masovnom metodom (za industrijska tehnološka ispitivanja). Ova potonja ispitivanja su pokazala da se, u odgovarajućim industrijskim postrojenjima i odgovarajućim tehnološkim postupkom, od sepiolitske gline iz ležišta Toli a kosa mogu dobiti kvalitetni proizvodi različitih krupnoća (granule i prah), različitih karakteristika i različitih namena, i to:

- sorbent sa adsorpcijom vode 90% i ulja $60 \pm 10\%$ koji se koristi za sorpciju ulja i svih tečnosti;
- sorbent sa adsorpcijom vode 100% i ulja $90 \pm 10\%$ koji se koristi se za sorpciju rasutih ulja i za regeneraciju transformatorskih ulja;
- sorbent koji se koristi u procesu solidifikacije otpada (u mešavini sa kalcijum oksidom i cementom, i sa inertnim, adsorbuje vodu i povećava mehaničku vrstou);
- vezivno sredstvo za peletiranje životinjske hrane;
- nosač aktivnih materija u premiksima za životinjsku hranu.

Važno je napomenuti da svi gore navedeni proizvodi imaju primenu u domaćoj privredi.

4. ZAKLJUČAK

Dugogodišnja geološka istraživanja sepiolita u Srbiji su pokazala da kod nas postoje dva strukturno-morfološka tipa sepiolitskih ležišta: žilni tip u ultrabazitnim stenama (asociran sa žilnim magnezitskim ležištima: Goleš, Trnava, Miličevci, avlovac, Masnica, Krive strane i Slovići) i slojeviti tip u sedimentnim serijama miocenskih basena (ležišta Toli a kosa, Andrići, Stanići i Šilopaj) i da ležišta oba tipa sadrže značajne koncentracije sepiolita koji poseduje povoljna adsorpciona i druga svojstva (prvenstveno reološka i katalitička). Na osnovu tih svojstava sepiolit iz ovih ležišta tretiran je kao potencijalan industrijski mineral, koji bi se kod nas, isto kao u svetu, mogao koristiti u raznim granama privrede, a prvenstveno kao sorbent. No, ta mogućnost je tek nedavno (2012. godine) dokazana industrijskim tehnološkim ispitivanjima sepiolita (odnosno sepiolitske gline) iz ležišta Toli a kosa kod

Pranjana od strane preduze a InterCer doo. iz Beograda. Ovo preduze e, kao nosilac istražnog prava na ležištu Toli a kosa, uložilo je sredstva za detaljna geološka istraživanja (uklju uju i sistematsko oprobavanje metodom brazde), pra ena rudarskom studijom, tehnološkim ispitivanjima i tehni ko-ekonomskom ocenom, kao i za izradu elaborata o rezervama. U toku detaljnih istraživanja iz ležišta su sistematski uzimane probe metodom brazde (za mineraloška, hemijska i laboratorijska tehnološka ispitivanja), a uzeta je i tehnološka proba od 5 t (masovnom metodom) za industrijska tehnološka ispitivanja. Ova potonja ispitivanja su pokazala da se, u odgovaraju im industrijskim postrojenjima i odgovaraju im tehnološkim postupkom, od sepiolitske gline iz ležišta Toli a kosa mogu dobiti kvalitetni proizvodi (prvenstveno sorbenti, aditivi za životinjsku hranu i drugi) razli ite krupno e (granule i prah), razli itih karakteristika i razli itih namena, koji se kod nas mogu koristiti u raznim prirednim granama.

LITERATURA

- [1] Ba anac M, Elaborat o rezervama sepiolita ležišta Goleš. – Fond „Magnohroma”, Kraljevo, 1995.
- [2] Ba anac M, Geološke karakteristike i ekonomski zna aj magnezitskih ležišta Kosova i Metohije. – Doktorska disertacija, Biblioteka Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, 130 s, 1997.
- [3] Ili M. M, Genetski tipovi magnezitskih ležišta u zoni ultrabazita Dinarida. – Doktorska disertacija, Biblioteka Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, 262 s, 1964.
- [4] Ili M. M: Rezultati novijih prou avanja magnezitskih ležišta okoline Raške. – Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, sv. 11-12, s. 89-127, Beograd, 1968/69.
- [5] Ili M. M, Ba anac M. i Tošovi R, Glavne geološke karakteristike i postanak ži nog magnezitskog ležišta Goleš. – Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, sv. 14, s. 285-292, Beograd, 1995.
- [6] Ili M. M, Ba anac M. i Miladinovi Z, Sepiolit – nova nemetali na mineralna sirovina u Jugoslaviji. – Radovi 8. kongresa inženjera i tehni ara Jugoslavije, Tehnika v. 52, no. 7-8, s. 150-152, Beograd. 1997.
- [7] Ili M. M, Miladinovi Z, Kova evi M. i Jana kovi , Rezultati istaživanja sepiolita u Srbiji u periodu 2002-2003. godine.- Zbornik radova IV Me unarodnog savetovanja o površinskoj eksploataciji i preradi glina “GLINA 2004”, str. 224-230, Aran elovac, 20-23. X 2004.
- [8] Jana kovi , Ispitivanje fizi ko-hemijskih i strukturnih osobina glina sa podru ja Andri i i Smrduš. – Izveštaj, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd 2001.
- [9] Jana kovi , Ispitivanje fizi ko-hemijskih i strukturnih osobina i mogu nosti primene glina sa lokaliteta Toli a Kosa, Andri i i Ljutice. – Izveštaj, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2002.
- [10] Jana kovi . i saradnici, Fizi ko-hemjska i tehnološka ispitivnja sepiolita. – Izveštaj, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd. 2003.
- [11] Jana kovi . i saradnici, Ispitivanje fizi ko-hemijskih svojstava i mogu nosti primene sepiolita sa lokaliteta Slovi i. – Izveštaj, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2004a.
- [12] Jana kovi . i saradnici, Fizi ko-hemijska i tehnološka ispitivanja sepiolita sa lokaliteta Toli a Kosa – Reka Smrduš. – Izveštaj, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2004b.
- [13] Jelenkovi J. i saradnici, Trnavski peridotitski masiv – Elaborat o rezervama magnezita. – Fond „Magnohrom”, Kraljevo, 1967.
- [14] Jovi V, Kova avi M, uri S, Ršumovi M. i Poharc-Logar B, Sepiolit i paligorskit iz okoline Pranjana. – Vatrostalni materijali, v. 24, br. 1, 2, s. 7-10, Kraljevo, 1994.
- [15] Kova evi M, Izveštaj o istraživanju novih i netradicionalnih nemetali nih mineralnih sirovina u Srbiji (tremolit, sepiolit, feldspatoidi i dr.) za 1991. godinu. – Fond stru ne dokumentacije Geozavod-Nemetali, Beograd, 1992.
- [16] Kova evi M, Izveštaj o istraživanju novih i netradicionalnih nemetali nih mineralnih sirovina u Srbiji za 1992. godinu (sepiolit, paligorskit, alkalni kaolin), Fond stru ne dokumentacije Geozavod-Nemetali, Beograd, 1993.
- [17] Kova evi M, Izveštaj o istraživanju sepiolitskih glina na podru ju ražansko-skakava kog i kremanskog tercijarnog basena, Fond stru ne dokumentacije Geozavod-Nemetali, Beograd, 1996.
- [18] Kova evi M, Izveštaj o istraživanju sepiolitsko-paligorskitnih glina na podru ju gornjomilanova kog tercijarnog basena. – Fond stru ne dokumentacije Geozavod-Nemetali, Beograd, 1997.
- [19] Kova evi M, Sepiolitske i paligorskitne gline u SR Srbiji, 13. kongres geologa Jugoslavije, Herceg Novi, Knjiga IV — Mineralne sirovine, str. 753-763, 1998.
- [20] Kova evi M, Završni godišnji izveštaj — Pronalaženje novih i netradicionalnih mineralnih sirovina u Srbiji (sepiolitske i paligorskitne gline), Fond stru ne dokumentacije Geozavoda nemetali, Beograd, 2003.

- [21]Kova evi M, Izveštaj — Pronalaženje novih i netradicionalnih mineralnih sirovina u Srbiji (sepiolitske gline), Fond stru ne dokumentacije Geozavoda – Nemetali, Beograd, 2004.
- [22]Maksimovi Z. i Raduki G, Sepiolit iz Goleša kod Lipljana. – Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XXVIII, s. 309-316, Beograd, 1961.
- [23]Manojlovi D. i Rubežanin D, Ležište ži nih magnezita Zimovnik kod Raške. – Fond Geozavoda, Beograd, 1966.
- [24]Mili evi R. i Mati B, Elaborat o resursima i rezervama sepiolitske gline kao sorbenta u ležištu “Toli a kosa”, SO Gornji Milanovac.- Fond “Geosfere”, Beograd, 2012.
- [25]Nikoli D. i Stojanovi V, 1983: Sepiolit Magura. – Referati I Jugoslovenskog simpozijuma Jugoslovenske asocijacije za mineralogiju u Aran elovcu, p. 58–63, Beograd, 1984.
- [26]Yolçin H. and Bozkaya O, Sepiolite-palygorskite from the Hekimhan Region (Turkey). – Clays and Clay minerals, v. 43, no. 6, p. 705-717, 1995.
- [27]Živkovi Z, Elaborat o prora unu rudnih rezervi magnezita u ležištu „Slovi i–Begluk” na Zlatiboru. – Fond D.P. „Magnohrom – vatrostalni materijali” Kraljevo, R.J. Rudnik magnezita „Magnezit” – Užice, 1994.

SUMMARY

SEPIOLITE FROM SERBIAN DEPOSITS AS AN INDUSTRIAL MINERAL

Long-termed geological exploration of sepiolite in Serbia has proved that there exist two structural-morphological types of sepiolite deposits: the vein type in ultrabasic rocks, associated with vein magnesite deposits (of Goleš, Trnava, Mili evci, avlovac, Masnica, Kive Strane and Slovi i) and the stratiform type in sedimentary series of Miocene basns (represented by deposits of Andri i, Toli a Kosa, Stani i and Šilopaj). The deposits of both types contain considerable concentrations of sepiolite which possesses favourable adsorptive and other properties (before all: rheologic and catalytic ones). On the basis of these properties the sepiolite from the deposits has been treated as a potential industrial mineral which could be used, like in the world, in various industrial branches, mainly as an sorbent. However, this usage was proved recently (in 2012), only for the sepiolite (i.e. sepiolite clay) from the Toli a Kosa deposit, by industrial technological testing of a technological sample. This testing, guided by the InterCer Company d.o.o. from Belgrade, demonstrated that, in appropriate industrial facilities and by using an appropriate technological treatment, it is feasible to get quality products (in the first place sorbents, additives for animal food and the others) from the sepiolite clay of the Toli a Kosa deposit which have application in Serbian industry.

Key words: *sepiolite, Serbia, industrial mineral*