

## KVALITET OTPADNIH VODA I ZAGAĐENOG VAZDUHA GALVANSKO-HEMIJSKIH PROCESA

Božidarka Arsenović<sup>1,2</sup>, Boško Ivanović<sup>2</sup>

bokijevmejl@gmail.com

<sup>1</sup> Internacionalni univerzitet Travnik, Ekološki fakultet Travnik, BiH

<sup>2</sup> „Orao“ a.d. za proizvodnju i remont, Bijeljina, RS-BiH

### Izvod

*Proces galvansko-hemijske zaštite, prema kvalitativno-kvantitativnim karakteristikama, predstavlja jedan od najkompleksnijih zagađivača otpadnih voda. Takođe, sa površina industrijskih rastvora, kao i štice dijelova u fazama zaštite, dolazi do značajnih isparenja, čime se zagađuje i okolni vazduh, koji se prije ispuštanja u okolinu, mora prečistiti. Po karakteru nastanka, otpadne vode sadrže: slobodne kiseline i baze; specifične kontaminante: cijanide, hromate i nitrata i otopljene teške metale: Fe, Cd, Ni, Cu, Zn, Ag i dr. Zagađeni vazduh je opterećen, kako miješanim parama kiselina i baza, tako i specifičnim hromnim i cijanidnim parama. U radu su prikazani, kako postupci, tako i mehanizmi procesa tretmana otpadnih voda i zagađenog vazduha nastalih u procesu galvansko-hemijske zaštite u kolektivu „Orao“ a.d. Bijeljina. Dobijeni rezultati ispitivanja su upoređeni sa propisanim vrijednostima zakonske regulative u Republici Srpskoj u oblasti otpadnih voda i emisije zagađujućih materija u vazduh.*

**Ključne riječi:** *otpadne vode, zagađeni vazduh, galvansko-hemijska zaštita*

### 1. UVOD

Tehnološki proces galvansko-hemijske zaštite, prema kvalitativno-kvantitativnim karakteristikama, predstavlja jedan od najkompleksnijih zagađivača otpadnih voda [2]. Ovaj proces zahtijeva sukcesivno potapanje predmeta u više rastvora gdje se obavljaju procesi hemijske i elektrohemijske prirode. Zbog svog geometrijskog oblika i fenomena adhezije, pri izlasku iz svakog rastvora, predmeti povlače za sobom količinu tečnosti koja se ne može zanemariti. Zbog toga se predmeti, prije prelaska u sledeću fazu obrade, moraju dobro isprati [1,2]. To ispiranje prouzrokuje stvaranje otpadnih voda koje sadrže: slobodne kiseline i baze; specifične kontaminante: cijanide, hromate i nitrata i otopljene teške metale:

Fe, Cd, Ni, Cu, Zn, Ag i dr. Takođe, usljed isparavanja sa površina industrijskih rastvora i štice dijelova u fazama zaštite, nastaje zagađeni vazduh koji se, prije ispuštanja u okolinu, mora prečistiti [1,4].

U radu su prikazani, kako postupci, tako i mehanizmi procesa tretmana otpadnih voda nastalih u procesu galvansko-hemijske zaštite. Rad predstavlja kratak osvrt na ekološki aspekt tretmana otpadnih voda nastalih u procesu galvansko-hemijske zaštite metalnih dijelova, kao rezultatu poštovanja propisane zakonske regulative u Republici Srpskoj u oblasti otpadnih voda i emisije zagađujućih materija u vazduh.

B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>

## 2. IZVORI INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA GALVANSKO – HEMIJSKIH PROCESA

Nanošenje metalnih prevlaka najčešće se vrši u kiselim elektrolitima čiji je sastav od esencijalnog značaja sa aspekta sastava otpadnih voda, jer se nakon nanošenja metalnih prevlaka vrši obavezno ispiranje [4,5]. Osnova kiselih elektrolita je hidratizirana so metala koji se nanosi a za povećanje provodljivosti elektrolita koriste se kiseline i to za

bakar i hrom sumporna a za nikal i kadmijum borna kiselina. U sastav ovih elektrolita ulaze i površinsko aktivne materije koje poboljšavaju kvalitet gotovog proizvoda. U tabeli 1 prikazane su instalirane linije površinske zaštite metala i karakter otpadnih voda koje nastaju u pojedinačnim postupcima.

Tabela 1. Linije površinske zaštite i karakter otpadnih voda

Linija	Postupci	Industrijski rastvori	Otpadne vode
1	Eloksiranje i hromatizacija	NaOH; ši <sup>1)</sup> ; idv <sup>2)</sup> ; ši; HNO <sub>3</sub> ; Anodna ox u H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Anodna ox u CrO <sub>3</sub> ; ši; idv; K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ; sil u H <sub>2</sub> O; Priprema Mg; ši; idv; Hromatizacija Mg i Hromatizacija Al.	Alkalne i kisele Kisele Hromne
2	Cinkovanje i kadmijumiziranje	E-odm <sup>3)</sup> ; ši; idv; ši; HCl; Kiselo-hloridni Zn; ši; idv; Pasivizacije: plava; (idv); Cd; SMB (idv) i crna pasivizacija. <sup>1)</sup> -štedno ispiranje; <sup>2)</sup> -ispiranje demi vodom; <sup>3)</sup> -elektrohemijsko odmašćivanje	Alkalne i kisele Kisele Alkalne Hromne Cijanidne
3	Niklovanje	E- odm; ši; idv; ši; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Film Ni; Niklovanje (Wattsov tip); ši; idv; ši.	Alkalne i kisele Kisele
4	Tvrdo hromiranje	ši; idv; Tvrdo hromiranje; Hromsumporna kiselina; Skidanje Cr idv.	Hromne Kisele
5	Srebrenje i bakarisanje	E-odm; ši; idv; ši; HCl; Film Ag; Srebrenje; ši; idv; Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ; idv; Cijanidno bakarisanje; ši; idv; Skidanje Ni.	Cijanidne Kisele Alkalne i kisele Hromne
6	Ručna linija za različite postupke	NaOH; idv; Cinkovanje; idv; KCN; HNO <sub>3</sub> ; HNO <sub>3</sub> -pasivizacija; idv; Ni-sulphamatno niklovanje; ši; idv.	Cijanidne Kisele Alkalne Hromne
7	Bruniranje i fosfatiranje	E-odm; ši; idv; ši; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Fosfatiranje; ši; idv; Bruniranje; ši; idv; Nauljivanje; KMnO <sub>4</sub> ; ši; idv.	Kisele Alkalne NO <sub>2</sub> /Alkalne

Na slici 1. dat je prikaz pogona galvansko-hemijske zaštite u „ORAO“ a.d. Bijeljina.

B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>



Slika 1. Pogon galvansko-hemijske zaštite u „ORAO“ a.d. Bijeljina (juli 2012. slika N.Bratić)

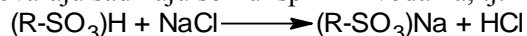
### 3. POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA OTPADNE VODE GALVANSKO-HEMIJSKIH PROCESA

Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda sa linija površinske zaštite (tabela 1) se sastoji od:

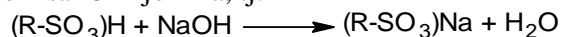
- Cilindričnog postrojenja sa jonskim izmjenjivačima za ispirne vode bez  $\text{CN}^-$  (linije eloksiranja i hromiranja; cinkovanja i kadmijumiziranja; niklovanja; bruniranja i fosfatiranja)
- Cilindričnog postrojenja sa jonskim izmjenjivačima za  $\text{CN}^-$ -ispirne vode: (linije srebrenje i bakarisanje; ručna linija za različite postupke)
- Sabirnika koncentrata
- Šaržne obrade otpadnih voda
- Filtriranja mulja
- Selektivnog čišćenja Cd,
- Selektivnog čišćenja bez Cd;
- Konačne neutralizacije i
- Konačne kontrole pH vrijednosti.

Nakon galvanskih postupaka, ispirne vode (nakon ispiranja sa demi  $\text{H}_2\text{O}$ ) slobodnim padom dotiču u *sabirnik kružne vode* odakle se, preko patronskog filtra prebacuju u *kolone sa jonskim izmjenjivačima*.

U kationskom izmjenjivaču se u vodi prisutni kationi zamjenjuju sa  $\text{H}^+$  jonima pri čemu, kao rezultat ove izmjene nastaju slobodne kiseline koje odgovaraju sadržaju soli u ispirnim vodama, tj.

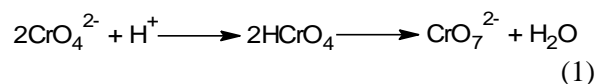


U anionskom izmjenjivaču se zamjenjuju anioni sa  $\text{OH}^-$  jonima, tj.

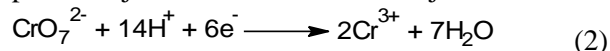


Regeneracija kationskih izmjenjivača se vrši sa HCl a anionskih sa NaOH. Prečišćena voda na izlazu iz jonskih izmjenjivača, po kvalitetu odgovara destilovanoj vodi i kao takva se vraća u *kade za ispiranje*. Otpadni koncentraci iz linije i regenerati jonske izmjene se skupljaju u *rezervoarima koncentrata*. Zbog velike raznolikosti postupaka obrade, koncentraci se sakupljaju pojedinačno. Tako imamo: rezervoar kiselih koncentrata, baznih, rezervoar  $\text{NO}_2$  koncentrata, Ni koncentrata, kiselih koncentrata Cd koncentrata, Cr koncentrata, rezervoar CN koncentrata i rezervoar CN koncentrata Cd. Iz rezervoara koncentraci se prebacuju u odgovarajuću *kadu šaržne obrade*, gdje se na osnovu sastava koncentrata, vrši njihova obrada: redukcije hromata ( $\text{Cr}^{6+}$  u  $\text{Cr}^{3+}$ ), oksidacija nitrita, oksidacija cijanida i neutralizacija i obaranje teških metala.

**Redukcija hromata ( $\text{Cr}^{6+}$  u  $\text{Cr}^{3+}$ ):** Hromne otpadne vode sadrže u neutralnom i alkalnom području pH  $\text{Cr}^{6+}$  u obliku  $\text{CrO}_4^{2-}$  a u kiselom području  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Hromat u kiselom području prelazi preko prelaznog oblika hidro-hromata u dihromat i vodu:

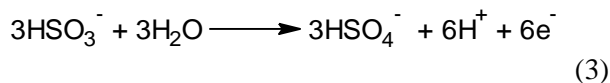


Redukciju  $\text{Cr}^{6+}$  postizemo dodatkom odgovarajućeg redukcionog sredstva, natrijum bisulfita,  $\text{NaHSO}_3$ . Za svaki gramatom  $\text{Cr}^{6+}$  potrebno je 3 elektron-ekvivalenta tj.

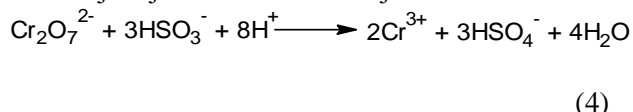


B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>

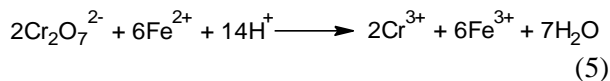
Za dobijanje 6 elektronekvivalenata, potrebno je dodati 3 elektronekvivalenta NaHSO<sub>3</sub>, tj.



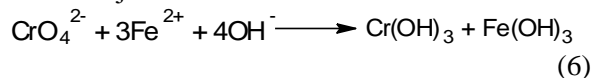
Sabiranjem jednačina 1 i 2 dobijamo:



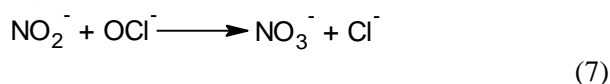
Vrijeme potrebno za reakciju je 15 – 20 minuta. Kao redukciono sredstvo, vrlo često se upotrebljava i fero sulfat, FeSO<sub>4</sub>. U kiselom području kod pH < 5 teče reakcija:



dok u baznom području kod pH vrijednosti 8,5 – 12 teče reakcija:



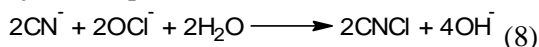
**Oksidacija nitrita, NO<sub>2</sub>:** Dekontaminacija NO<sub>2</sub> se postiže rastvorom NaOCl (sa 13 – 15% aktivnog Cl).



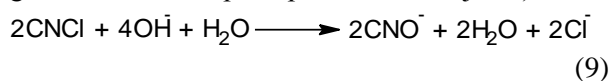
Reakcija teče kod pH 3 – 4, vrijeme reakcije je cca 10 min.

**Oksidacija cijanida, CN<sup>-</sup>:** Cijanidne otpadne vode sadrže slobodne i kompleksno vezane cijanide.

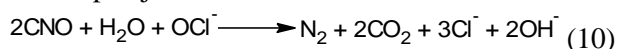
Dekontaminaciju CN postižemo rastvorom NaOCl (13-18% aktivnog Cl). Reakcioni mehanizam se odvija u 3 stepena:



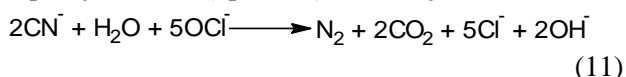
(reakcija je veoma brza i teče kod svih pH vrijednosti. Nastali hlorcijan je veoma toksičan, zato ga u sledećem stepenu prevodimo u cijanat):



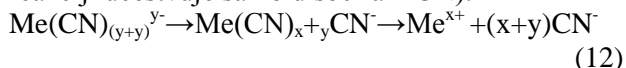
(reakcija hidrolize je spora i egzotermna, brzina reakcije zavisi od pH vrijednosti a najbrža je kod pH 10,5 – 12). Potrebnu pH vrijednost postižemo dodatkom NaOH ili Ca(OH)<sub>2</sub>. Vrijeme potrebno za I i II stepen je 40 – 60 minuta.



U trećem stepenu se cijanat prevodi u N<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>. Opšta jednačina (opšti tok) oksidacije CN<sup>-</sup>:



Dekontaminacija CN – kompleksa metala je veoma zavisna od njihove sposobnosti disocijacije (u reakciji učestvuje samo disocirani CN<sup>-</sup>).

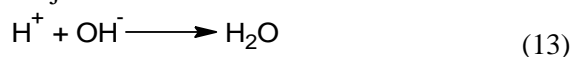


(za dekontaminaciju kompleksa metala kao što su Zn, Cd ili Cu nema posebnih problema, dok duže vrijeme reakcije i veći sadržaj oksidacionog sredstva zahtjevaju kompleksi Fe i Ni).

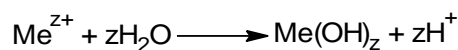
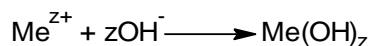
Vrijeme iznosi 90 minuta i više, kod čega je potrebno 100% više oksidacionog sredstva, tj. NaOCl.

**Neutralizacija i obaranje teških metala:** Kisele i bazne otpadne vode imaju agresivan karakter. Njihova djelimična neutralizacija se vrši međusobnim miješanjem a potpuna neutralizacija sa dodatkom neutralizacionog sredstva. Pored slobodnih kiselina i baza ove otpadne vode sadrže i jone teških metala.

Neutralizacija slobodnih kiselina i baza teče prema reakciji:



Pored neutralizacije vrši se i taloženje teških metala (Fe, Zn i Cr) u obliku metalnih hidroksida ili metalnih baznih soli.



(za obaranje metala iznad pH 7 odgovara jednačina a) a ispod pH 7 jednačina b). Najpovoljnija pH vrijednost za kvantitativno obaranje je između 7.5 – 9.5 sa optimumom pH = 9.2.

B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>

Istaloženi  $\text{Fe(OH)}_3$  služi, istovremeno, kao flokulant za ostale nečistoće. Svaki Me-jon ima specifičnu pH vrijednost kod koje se najbolje izlučuje kao MeOH i istaloži u obliku mulja. Tako se Fe (III) obara već u kiselom području, Cr (III) kod  $\text{pH} < 8$ , Zn (II) kod  $\text{pH} > 8.5$  a Ni kod  $\text{pH} > 9.5$ . Optimalna vrijednost pH je 9.2. Reakcija se odvija uz intenzivno miješanje. Nakon završene obrade vrši se *filtriranje mulja na filter-presama*. Bistar filtrat odlazi u odgovarajući *rezervoar selektivnog čišćenja* a stvoreni mulj se pakuje u filter vreće i deponuje na odgovarajući način. U koloni sa selektivnom izmjenjivačkom smolom (ima veliki afinitet prema teškim metalima), na smoli se prisutni teški metali zamijene sa metalnim  $\text{Na}^+$  - jonom. Kada se smola zasiti potrebna joj je regeneracija. Regeneracija se vrši pomoću HCl i NaOH.

Obradena voda iz *selektivnog čišćenja* dotiče u *kadu konačne neutralizacije* gdje se vrši korekcija pH vrijednosti prije ispuštanja u odvod. Održava se pH vrijednost između 7 – 9 a reguliše se sa HCl i NaOH. Voda iz konačne neutralizacije dotiče u *konačnu kontrolu pH vrijednosti*. U slučaju odstupanja pH vrijednosti, uključi se alarm i isključi pumpa selektivnog čišćenja. Na taj način je spriječeno da nepravilno obrađena otpadna voda otiče u odvod.

#### 4. MOKRI PREČISTAČI VAZDUHA SA IZLUČIVAČEM KAPLJICA

Dimenzionisano postrojenje za prečišćavanje vazduha ostvaruje zahtijevani stepen izdvajanja pri različitim opterećenjima izvora sa najvišim koncentracijama zagađujućih komponenata [1,3]. Instalirano postrojenje za mokro prečišćavanje zagađenog vazduha galvansko-hemijskih postupaka se sastoji od tri prečistača (apsorpcione kolone): kisel-alkalni, hromni i cijanidni.

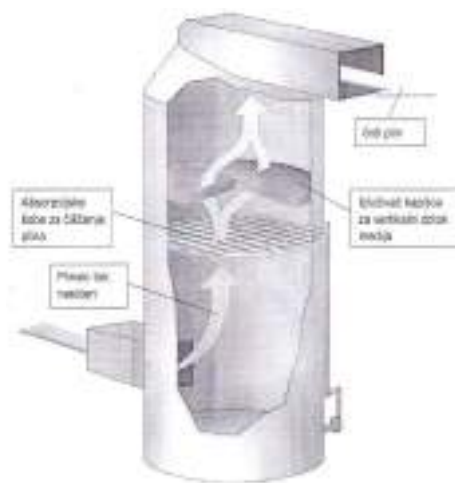
Sa površina industrijskih rastvora, u zavisnosti od vrste i sastava zagađenog vazduha, vrši se njegovo odsisavanje u instalirane prečistače.

Na slici 2. dat je prikaz mokrskog prečistača vazduha sa izlučivačem kapljica, DV 270 [1].

Osnovu procesa odstranjivanja gasovitih načistoća iz izduvnih gasova čine apsorpcioni procesi pri kojima se prvo vrši vezivanje gasovite komponente na apsorpciono sredstvo. Površina

potrebna za izmjenu materije se stvara na filmu tečnosti koja curi po površini punjenja na dole (prelazak nečistoće u tečnu fazu).

Kod prečistača kod kojeg se čiste kiselo - alkalni gasovi korekcija pH vrijednosti zavisi od sadržaja kiselih, odnosno alkalnih gasova (pH od 9.5 do 11.5). Kiseli izlazni gasovi se neutrališu dodavanjem rastvora NaOH a bazni, dodatkom rastvora  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Kod prečistača Cr i CN-gasova dodaje se rastvor NaOH.



Slika 2. Mokri prečistač vazduha sa izlučivačem kapljica, DV 270

#### 5. EKSPERIMENTALNI DIO

Nakon gore opisanog tretmana otpadne vode koja nastaje u linijama galvansko-hemijske zaštite, iz *pufar rezervoara*, u koji se voda skladišti pred ispuštanje, uzet je uzorak vode. Analiza vode je izvršena u ovlaštenoj laboratoriji od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, "Institut za vode" d.o.o. Bijeljina. U radu su prikazani rezultati analize za četvrti kvaratal prethodne godine, a analiza vode iz ovog postrojenja se vrši četiri puta godišnje.

Mjerenja i analiza emisije aerogagađenja vršena su u laboratoriji ovlaštenoj od strane Ministarstva za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske „Master“ d.o.o. P.J. „Master institut“ Banja Luka. Rezultati mjerenja emisija aerogagađenja (jednodnevno mjerenje polutanata mobilnom ekološkom stanicom, MES-om) na tri mjerna



B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>

mjesta (krov objekta galvansko hemijske-zaštite): MM 1- kiselo-bazni postupci; MM 2 – cijanidni postupci i MM 3 – linija hromiranja a prikazani su u tabeli 3. Mobilna laboratorija u toku mjerenja bila je postavljena u prostoru galvanizacije. Podaci mjerenja aerozagađenja obrađeni su i analizirani u skladu sa Pravilnikom o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha (Službeni glasnik Republike Srpske, broj 39/2005). U toku mjerenja prevladavalo je

hladno vrijeme a vanjska temperature je iznosila 2 °C. Smjer vjetera uslovljen je godišnjim dobom i konfiguracijom terena, te geografskim položajem samog područja mjerenja. Vjetar se kretao iz smjera jugozapada prosječnom brzinom 1.2 m/s.

## 6. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati analize prečišćene vode prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati analize vode nakon tretmana u postrojenju galvansko-hemijske zaštite

Ispitivani parametar	Metoda ispitivanja	Jedinica mjere	Dobijena vrijednost	Dozvoljene vrednosti parametara
1.	2.	3.	4.	5.
pH	BAS ISO 10523:2002	-	7.82	6.5-9.0
HPK (O <sub>2</sub> bihromatni)	Standard methods 5220-D(APHA-AWWA-WEF) 2005.	g/m <sup>3</sup>	<5.0	125
BPK <sub>5</sub> (razblaž. i rasijavanje)	BAS EN 1899-1:2002	g/m <sup>3</sup>	0.80	25
Ukupne susp. materije	BAS ISO 11923:2002	g/m <sup>3</sup>	<1.0	25
NH <sub>3</sub> -N	BAS ISO 7150-1:2002	g/m <sup>3</sup>	0.105	10
NO <sub>3</sub> -N	BAS EN 10304-1:2002	g/m <sup>3</sup>	3.66	10
NO <sub>2</sub> -N	BAS EN 26777:2002	g/m <sup>3</sup>	0.002	1
Ujupan N po Kjeldahu	BAS EN 25663:2000	g/m <sup>3</sup>	0.56	-
Ukupni N	Računski sadržaj amonijačnog nitratnog azota po Kjeldahu	g/m <sup>3</sup>	4.22	15
Taloživost	Stand. methods 5220D(APHA-AWWA-WEF) 2005.	ml/l	<0.5	5
Ukupni P	BAS ISO 6878:2002	g/m <sup>3</sup>	0.01	3
Fluoridi	BAS EN ISO 10304-1:2002	g/m <sup>3</sup>	<0.10	2
Sulfati	BAS EN ISO 10304-1:2002	mg/m <sup>3</sup>	30.29	200
Hloridi	BAS EN ISO 10304-1:2002	mg/m <sup>3</sup>	51.20	250
Gvožđe	Standard methods 3111-B-(APHA-AWWA-WEF) 2005.	g/m <sup>3</sup>	<0.03	2
Srebro	Standard methods 3113-B-APHA-AWWA-WEF 2005.	mg/m <sup>3</sup>	5.15	50
Ukupni hrom	BAS ISO 9174:2002	mg/m <sup>3</sup>	1.12	100
Bakar	Standard methods 3113-B-APHA-AWWA-WEF 2005.	mg/m <sup>3</sup>	0.93	300

<b>Nikal</b>	Standard methods 3111-B-(APHA-AWWA-WEF) 2005.	mg/m <sup>3</sup>	<0.10	10
<b>Cink</b>	Standard methods 3111-B-(APHA-AWWA-WEF) 2005.	mg/m <sup>3</sup>	0.20	1000
<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>
<b>Kadmijum</b>	Standard methods 3111-B-(APHA-AWWA-WEF) 2005.	mg/m <sup>3</sup>	0.03	10
<b>Šestovalentni hrom</b>	Standard methods 3111-B-(APHA-AWWA-WEF) 2005.	mg/m <sup>3</sup>	<1.0	100
<b>Cijanidi</b>	Spectrofotometer PC spectroll Lovibond-Piridin-barbiturna kisel. 156	g/m <sup>3</sup>	<0.01	0.1
<b>Sulfiti</b>	Spectrofotometer PC spectroll Lovibond 368	g/m <sup>3</sup>	<0.05	1

Prema rezultatima ispitivanja prikazanim u tabeli 2, dobijene su vrijednosti parametara ispod graninih vrijednosti prikazanim u Pravilniku o uslovima ispuštanja otpadnih voda u površinske vode, (Službeni glasnik Republike Srpske broj 44/2001).

Table 3. Rezultati mjerenja aerozagađenja

Ispitivani parametar	Metoda ispitivanja	Jedinica mjere	Rezultat			Referentna vrijednost
			Mjerno mjesto 1, MM-1	Mjerno mjesto 2, MM-2	Mjerno mjesto 3, MM-3	
<b>SO<sub>2</sub></b>	SMEWW 19 <sup>th</sup> 4501-SO <sub>x</sub> B	µg/m <sup>3</sup>	46	38	40	90
<b>NO<sub>2</sub></b>	SMEWW 19 <sup>th</sup> 4501-NO <sub>x</sub> B	µg/m <sup>3</sup>	29	26	23	60
<b>Hlor</b>	BAS ISO 92973:2003	µg/m <sup>3</sup>	1.2	0.8	0.9	50
<b>Hrom</b>	SMEWW 19 <sup>th</sup> 4501-Cr <sub>x</sub> A	µg/m <sup>3</sup>	36	38	47	100
<b>Kadmijum</b>	UMH 039	µg/m <sup>3</sup>	6	7	5	20
<b>Cijanidi</b>	SMEWW 19 <sup>th</sup> 4500-B	µg/m <sup>3</sup>	35	41	36	50

Rezultati mjerenja emisija aerozagađenja (tabela 3) su u saglasnosti sa vrijednostima propisanim u Pravilniku o graninih vrijednostima kvaliteta vazduha (Službeni glasnik Republike Srpske, broj 39/2005).

## 7. ZAKLJUČAK

Sa ekološko inženjerskog aspekta, pogodnom kombinacijom prikazanih hemijskih i fizičko-hemijskih postupaka tretmana otpadnih voda i na osnovu dobijenih rezultata vode koja je prošla prikazani opisani tretman, dobija se zadovoljavajući kvalitet prečišćene vode, koja se, prema važećoj zakonskoj regulativi u Republici Srpskoj, može ispuštati, kako u gradski

kanalizacioni sistem, tako i u površinske tokove. Prema rezultatima mjerenja aerozagađenja na tri mjerna mjesta objekta galvansko-hemijske zaštite, dobijene su značajno niže vrijednosti u odnosu na propisane zakonskom regulativom.

Na ovaj način, sa prikazanog aspekta, naša odgovornost prema životnoj sredini je ispunjena.

## LITERATURA

- [1] "Plaming" Projektna dokumentacija: "Galvanizacija i čišćenje otpadnih voda" Uputstva za rad i održavanje, P 1129; Mapa 1/5, (2012).
- [2] I. Krstić, M. Stanisavljević, V. Lazarević, L.J. Takić (2011). Redizajniranje

*B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>*

tretmana otpadnih voda tehnološkog procesa galvanizacije, (II) Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji, Jahorina

- [3] M. Pavlović (2011). Ekološko inženjerstvo (II): Tehnički fakultet „Mihailo Pupin“, Zrenjanin
- [4] B. Arsenović (2013). Prečišćavanje industrijskih otpadnih voda sa posebnim aspektom na otpadne vode galvansko-hemijskih procesa: Nezavisni univerzitet Banja Luka, Fakultet za ekologiju
- [5] B. Arsenović (2013). Neka pitanja tretmana otpadne vode i zagađenog vazduha postupaka galvansko-hemijske zaštite: III Međunarodni kongres: Inženjerstvo, materijali i ekologija u procesnoj industriji, Jahorina
- [6] B. Arsenović (2011). Program verifikacionih ispitivanja u pogonu galvansko-hemijske zaštite; OP-26-00-005 SLIM/P „ORAO“ a.d. Bijeljina
- [7] B. Arsenović (2013). „Izveštaj o verifikacionim ispitivanjima u pogonu galvansko-hemijske zaštite“; OP-26-00-008; SLIM/P „ORAO“ a.d. Bijeljina
- [8] B. Arsenović (2012). „Rad sa štetnim i opasnim materijama“: 052/88-LQ-96, SLIM/P, "ORAO", a.d. Bijeljina
- [9] Službeni glasnik Republike Srpske br 44, (2001).
- [10] Službeni glasnik Republike Srpske br 39, (2005).
- [11] B. Arsenović (2008). Uputstvo za kontrolisanje sastava rastvora galvansko-hemijske zaštite i rastvora u praonici: 052/LQ-44, SLIM/P, "ORAO", a.d. Bijeljina
- [12] „ORAO“ a.d. Bijeljina: „Odluka o imenovanju Nadzornog organa (imenovana B. Arsenović) za vršenje nadzora nad izvođenjem radova na instalaciji opreme za galvansko-hemijsku zaštitu i prečišćavanje otpadnih voda u objektu za reparaciju dijelova u „Orao“ a.d. Bijeljina; N<sup>o</sup> 042/57-18 od 16.05.2012. godina
- [13] B. Arsenović (2008). "Neka pitanja morfologije i strukture elektrohemijски istaloženih prevlaka metala"; Doktorska disertacija



*B. Arsenović,<sup>1,2</sup> B. Ivanović<sup>2</sup>*

**DOI: 10.7251/JEPMSR1608081A**

**UDK: 628.3:502.175:544.632**

***Expert paper***

## **QUALITY OF WASTE WATER AND POLLUTED AIR GALVANIC-CHEMICAL PROCESSES**

Božidarka Arsenović<sup>1,2</sup>, Boško Ivanović<sup>2</sup>

*bokijevmejl@gmail.com*

<sup>1</sup> *International university Travnik, Faculty of Ecology Travnik, BiH*

<sup>2</sup> *„Orao“ JSC for production and overhaul, Bijeljina, RS-BiH*

### ***Abstract***

*The process of galvanic-chemical protection according to the qualitative and quantitative characteristics, is one of the most complex wastewater pollutants. Also, from the surfaces of industrial solutions, as well as the protected parts of the stages of care, there are significant fumes, which pollute the surrounding air, which is to be treated prior to discharge into the environment. Depending the way they emerged, wastewater contains: the free acids and bases; specific contaminants: cyanide, chromium and nitrate and dissolved heavy metals: Fe, Cd, Ni, Cu, Zn, Ag, etc. Polluted air is full with mixed vapors of acids and bases, as well as the specific chromium and cyanide vapors. The paper shows the procedures, as well as, mechanisms of treatment of wastewater and polluted air generated in the process of galvanic-chemical protection in the collective of "Orao" JSC for production and overhaul Bijeljina. The results obtained were compared with the values prescribed by regulations in the Republic of Srpska in the field of waste water and emissions of air pollutants.*

***Key words:*** *waster water, air is polluted, galvanic-chemical protection*