

L. Dimitrovska, D. Kostoski*

EKOLOŠKI MONITORING RADNE OKOLINE U TVORNICI ZA POCINČAVANJE ČELIČNO REŠETKASTIH STUPOVA

SAŽETAK: Cilj ovog rada je ekološki monitoring radne okoline u tvornici za pocinčavanje čelično rešetkastih stupova. Kako bi se procijenio rizik izloženosti radnika tim štetnostima, provedena su ispitivanja u radnoj okolini. Ekološki monitoring je obavljen na devet radnih mjesta na kojima su radnici izloženi kemijskim i fizikalnim štetnostima koje se oslobađaju prilikom tehnološkog procesa. Mjerena je prisutnost i koncentracija cinka, klorovodične kiseline, natrijevog hidroksida, amonijaka, ugljičnog monoksida, ukupne prašine, a od fizikalnih čimbenika mjereni su mikroklimatski čimbenici, razina osvjetljenosti i buke.

Rezultati mjerenja pokazuju da su koncentracije HCl na svim radnim mjestima u ljetnim mjesecima prelazile MDK, a u zimskom razdoblju na samo jednom mjestu. Prekomjerna koncentracija ukupne prašine izmjerena je na svim mjernim mjestima u oba razdoblja. Koncentracije ugljičnog monoksida, natrijevog hidroksida, amonijaka i cinka bile su ispod maksimalno dopuštenih vrijednosti. Izmjereni mikroklimatski čimbenici i osvjetljenost ne odgovaraju preporučenim vrijednostima posebice u zimskom razdoblju.

U radnoj okolini gdje se obavlja pocinčavanje čelično rešetkastih stupova nalaze se kemijske supstancije u obliku plinova i prašine koje svojom kontinuiranom prisutnošću mogu smanjiti radnu sposobnost radnika, prouzročiti akutna trovanja, a time i povećati rizik za razvoj profesionalne bolesti.

Ključne riječi: ekološki monitoring, radna okolina, pocinčavanje, čelično rešetkasti stupovi

UVOD

Postupak toplog pocinčavanja ima za cilj osigurati kompletnu antikorozivnu zaštitu čelično rešetkastih stupova koji se proizvode u pogonu za strojnu proizvodnju u tvornici EMO-Kičevo kao i kod proizvodnje čeličnih i željeznih elemenata na zahtjev raznih naručitelja.

Tehnološki proces toplog pocinčavanja sastoji se od više radnih operacija: šaržiranje, priprema površine (odmaščivanje, ispiranje poslije odmaščivanja, bajcanje, ispiranje poslije bajcanja, fluksiranje, sušenje), cinčanje, rashlađivanje, sušenje, dešaržiranje s repariranjem.

Kod ovih tehnoloških postupaka upotrebljava se 5% natrijevog hidroksida (NaOH) na temperaturi od 60 °C, klorovodična kiselina (HCl) na sobnoj temperaturi, amonijev klorid (NH₄Cl) na temperaturi 45-60 °C, 99,99% i cink rastopljen na temperaturi 440-460 °C (slike 1 i 2).

*Liljana Dimitrovska, dipl. ing. tehn., Dragi Kostoski, san. teh., Institut za medicinu rada, SZO Kolaborativni centar za medicinu rada, Laboratorij za ekologiju rada, II. makedonska brigada 46, 1000 Skopje, Republika Makedonija.



*Slika 1. Kada za odmaščivanje
s klorovodičnom kiselinom*

*Figure 1. Degreasing vessel
with hydrochloric acid*



*Slika 2. Kada za odmaščivanje
s natrijevim hidroksidom*

*Figure 2. Degreasing vessel
with sodium hydroxide*

nost i buka. Mikroklimatski čimbenici: temperatura zraka, relativna vlažnost, brzina strujanja zraka mjereni su digitalnim instrumentom TESTO 452 (slika 5). Izmjerene vrijednosti uspoređene su s preporučenim vrijednostima prema Pravilniku za opšte mere i normativi za zaštitu na radu za građevinske objekte namenjene za radne i pomoćne prostorije. Razina osvijetljenosti na radnim mjestima mjerena je luksmetrom KARLZEISS-JENA, a izmjerene vrijednosti uspoređene s važećim Pravilnikom za osvetljenje. Razina buke mjerena je preciznim mjerajem ROBOTRON 00014 MESSELEKTRONIK. Izmjerene razine buke izražene u decibelima (dB(A)) uspoređene su s dopuštenim razinom od 90 dB(A); (Pravilnik o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama).



*Slika 3. Pogon za pocinčavanje
čelično rešetkastih stupova*

*Figure 3. Steel grid column
galvanization plant*

MATERIJAL I METODE

Primijenjeni su rezultati mjerenja kemijskih i fizikalnih štetnosti koja su provedena na devet radnih mjesta u radnoj prostoriji gdje se obavlja pocinčavanje čelično rešetkastih stupova (slika 3) u ljetnom i zimskom razdoblju u tvornici „EMO“ Kičevo.

Od fizikalnih čimbenika u radnoj prostoriji mjereni su: mikroklimatski čimbenici, osvijetlje-

Kemijske štetnosti

Od kemijskih tvari prisutnih u radnoj atmosferi pri pocinčavanju rešetkastih stupova određivane su koncentracije natrijevog hidroksida (NaOH), klorovodične kiseline (HCl), ugljičnog monoksida (CO) i cinka (Zn); (slika 4). Uzorci su uzimani pumpom za uzimanje uzoraka KASSELLA AFC 124. Koncentracije pojedinih kemijskih tvari određivane su pomoću spektrofotometra UNIKAM 600 i atomskog apsorpcijskog spektrometra tip PERKIN ELMER 4100.

Kvantitativnom metodom određivana je koncentracija amonijaka (NH_3) u zraku radnih prostora i na radnim mjestima, a uzorci zraka za određivanje amonijaka uzimani su vakuum špricom protoka 100-200 cm^3/min .

Za određivanje ukupne prašine (slike 6 i 7) upotrijebljeni su vakuum pumpa KASSELA AFC 124, analitička vaga s 5 decimala i celulozno-nitratni filtar, propustljivost do 0,8 μ , dijametar filtra 25 mm.



Slika 4. Uzimanje uzoraka zraka iz radne okoline za određivanje amonijaka u uređaju za pročišćavanje otpadnih voda

Figure 4. Collecting of air samples from the work environment in order to determine the concentration of ammonia using a wastewater treatment unit



Slika 5. Određivanje mikroklimatike na radnom mjestu

Figure 5. Determination of microclimatic conditions in the work environment



Slika 6. Uzimanje uzoraka zraka vakuum pumpom za određivanje Zn, ukupne prašine, HCl, NaOH i drugo koja je montirana na radnika

Figure 6. Collecting of air samples using a vacuum pump attached to a worker in order to determine the concentration of zinc, total dust particles, HCl, NaOH and other compounds



Slika 7. Uzimanje uzoraka zraka statičnom vakuum pumpom za određivanje Zn, ukupne prašine, HCl, NaOH i drugog u kotlovnici

Figure 7. Collecting of air samples using a static vacuum pump in order to determine the concentration of zinc, total dust particles, HCl, NaOH and other compounds in the boiler room

REZULTATI

Rezultati mjerenja kemijskih i fizikalnih štetnosti prikazani su tablicama 1 i 2. Izmjerene koncentracije HCl u ljetnom razdoblju kretale su se od $5,55 \text{ mg/m}^3$ do $14,8 \text{ mg/m}^3$ i na svim mjernim mjestima su bile iznad MDK, dok su se u zimskom razdoblju vrijednosti koncentracija kretale u rasponu od $1,23 \text{ mg/m}^3$ do $8,63 \text{ mg/m}^3$ i na samo jednom radnom mjestu su prelazile MDK. Rezultati mjerenja NaOH u ljetnom i zimskom razdoblju su negativni. U ljetnom i zimskom razdoblju izmjerene vrijednosti za cink kretale su se od $0,12 \text{ mg/m}^3$ do $2,81 \text{ mg/m}^3$ što je niže od MDK. Koncentracija CO mjerena je samo u ljetnom razdoblju kada su izmjerene vrijednosti varirale od $20,3 \text{ mg/m}^3$ do $48,5 \text{ mg/m}^3$ i nisu prelazile MDK.

Također, ni izmjerene koncentracije amonijaka, mjerene za oba razdoblja, ne prelaze maksimalno dopuštenu vrijednost.

Izmjerena koncentracija ukupne prašine u ljetnom razdoblju prelazila je na 8 radnih mjesta MDK, a izmjerene vrijednosti kretale su se od 11 mg/m^3 do 120 mg/m^3 . U zimskom razdoblju izmjerene vrijednosti su varirale od 5 mg/m^3 do 101 mg/m^3 i na svim radnim mjestima su bile iznad MDK.

Temeljem mjerenja mikroklimatskih čimbenika: temperature zraka, relativne vlažnosti i brzi-

ne strujanja zraka, efektivna temperatura očitana iz nomograma pokazuje da u ljetnom razdoblju 3 radna mjesta nisu bila u zoni komfora, dok u zimskom razdoblju nijedno od svih 9 radnih mjesta nije bilo u zoni komfora.

Rezultati mjerenja osvjetljenosti pokazuju da indeks osvjetljenosti u ljetnom razdoblju na 5 radnih mjesta, a u zimskom na 9 radnih mjesta, nije u dopuštenim granicama u skladu s Pravilnikom za osvetljenje i propisanim normama.

Izmjerena razina buke na svih 9 radnih mjesta bila je ispod 90 dB(A) ; (Tablica 2).



Slika 8. Laboratorij za ekologiju rada i biotoksikologiju gdje su obrađeni svi uzeti uzorci iz cinkare

Figure 8. Laboratory for work ecology and biotoxicology where all the samples from the galvanization factory were analyzed

Tablica 1. Rezultati mjerenja kemijskih čimbenika u tvornici za pocinčavanje čelično rešetkastih stupova
 Table 1. Results of chemical factor measurements executed in the steel grid column galvanization plant

Radno mjesto	Razdoblje mjerenja	Ljetno razdoblje (toplo)				Zimsko razdoblje				Ljetno razdoblje	Zimsko razdoblje
		HCl mg/m ³	NaOH mg/m ³	Zn mg/m ³	CO ppm	HCl mg/m ³	NaOH mg/m ³	Zn mg/m ³	CO ppm		
1. Bajcanje		9-14,8	Ø	0,86-1,145	-	1,85-6,1	Ø	0,203-0,765	-	Zapršenost mg/m ³	19-53
2. Cinčanje		5,55-9,25	Ø	0,12-1,31	24,4-25,3	1,85-7,4	Ø	0,435-0,817	-	Zapršenost mg/m ³	12,3-49
3. Šaržiranje, dešaržiranje i repariranje		12,95-2,77	Ø	1,385	-	1,23-1,85	Ø	0,365-0,497	-	Zapršenost mg/m ³	11,3-23
4. Centrifugiranje		7,40	Ø	0,20-2,695	-	1,23-7,4	Ø	0,22-0,293	-	Zapršenost mg/m ³	5-38
5. Uređaj za neutralizaciju, filter preša i kemijska otapala		7,40-11,10	Ø	-	-	-	Ø	1,120-0,716	-	Zapršenost mg/m ³	-
6. Bravar - zavarivač		7,40 - 11,10	Ø	0,38-2,81	37-48,5	-	-	0,38-2,81	-	Zapršenost mg/m ³	11-22
7. Upravljač plamenicima		7,40-11,10	Ø	1,415	20,3-22,1	1,23-1,85	Ø	0,610-1,765	-	Zapršenost mg/m ³	11,6-78,5
8. Voditelj u cinkari		5,55-11,10	Ø	0,88-1,665	-	1,23-8,63	Ø	0,590-1,335	-	Zapršenost mg/m ³	16-101
9. Kontrolor u cinkari		9,25 - 11,10	Ø	0,25-1,715	-	1,38-3,7	Ø	0,800-1,140	-	Zapršenost mg/m ³	9-18
MDK*		7	2	5	50	7	2	5	50	Zapršenost mg/m ³	15

*MDK – maksimalno dopustive koncentracije

Tablica 2. Rezultati mjerenja fizikalnih čimbenika u tvornici za pocinčavanje čelično rešetkastih stupova
 Table 2. Results of physical factor measurements executed in the steel grid column galvanization factory

Radno mjesto	Razdoblje mjerenja		Ljetno razdoblje (toplo)				Zimsko razdoblje				Ljetno razdoblje		Zimsko razdoblje	
	Temperatura zraka °C	Relativna vlaga %	W m/sek	Efektivna temperat. °C	Temperatura zraka °C	Relativna vlaga %	W m/sek	Efektivna temperat. °C	Osvjetljenost lx	Buka dB	Osvjetljenost lx	Buka dB	Osvjetljenost lx	Buka dB
1. Bajcanje	19,1 - 20,9	44,5 - 46,9	0,01-0,09	17 -18,2	10,2 - 11,8	57,3 - 59	0,7-1,6	9,5 - 11,5	20-40	78-83	25-32	78-83	25-32	78-83
2. Cinčanje	20,2 - 23	45 - 47	0,14-0,22	17,8-19,9	13,7 - 13,8	51,4-52,6	0,4-0,5	12,8-13,2	15-30	79-84	20-42	79-84	20-42	79-84
3. Šaržiranje, dešaržiranje i repariranje	18,5 -18,9	46,3-47,7	0,02-0,06	16-17	9-9,8	60,3-63	0,58-1,35	8,7-9,4	70-180	78-82	25-120	78-82	25-120	73-79
4. Centrifugiranje	21,1-21,5	50,7-52	0,15-0,17	18,5-18,9	13,5-14,2	47,2-48,9	0,38-0,48	12,8-13,5	45-55	74-80	25-65	74-80	25-65	79-84
5. Uređaj za neutralizaciju, filtar preša i kemijska otapala	19-20	45-46	0,04-0,13	16,8-17,8	12,2-14,0	45,6-49,3	0,50-1,2	11,8-13,3	45-55	64-78	30-65	64-78	30-65	74-76
6. Bravar - zavarivač	19,5-20,4	42,8-43,5	0,25-0,3	16,5-17	11,1-13,2	52-53,9	0,65-1,3	11-13	40-110	84-92	25-70	84-92	25-70	72-82
7. Upravljač plamenicima	22-24	38-47	0,06-0,16	19,3-20	14,2-14,4	46,0-46,4	0,17-1,15	13-14	20-110	87-89	20-90	87-89	20-90	88-90
8. Voditelj u cinkari	19-20,3	49,3-52	0,4-0,45	16-17,3	12,8-14,2	47,6-51,9	0,33-0,4	12-13,4	18-25	81-84	25-40	81-84	25-40	72-82
9. Kontrolor u cinkari	21,2-22,3	49-53	0,12-0,14	19,1-19,8	13,1-13,5	51,5-52,9	0,34-0,5	12,3-13,0	100-140	79-90	50-65	79-90	50-65	75-82
Preporučene vrijednosti *Maksimalno dopustiva razine buke	20-23	40-60	0,3	17-22	15-17	75	0,5	17-22	80-150	*90	80-150	*90	80-150	*90

ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata može se konstatirati da u radnoj okolini gdje se obavlja pocinčavanje čelično rešetkastih stupova postoji prisutnost kemijskih supstancija u obliku plinova i prašine koje su iznad MDK i koje mogu svojom kontinuiranom prisutnošću smanjiti radnu sposobnost radnika, prouzročiti akutna trovanja, a time je povećan i rizik za nastanak profesionalne bolesti. Preporučuje se nošenje zaštitnih maski za plinove, prašinu, rukavice, zaštitna odijela i dr. Osim toga, valjalo bi pojačati postojeće i uvođenje dopunskih ventilacijskih sustava, kao i povećanje kapaciteta ventilacije kada kako bi se smanjila koncentracija plinova i prašine na dopuštenu razinu. Ventilacija mora biti napravljena tako da prašina i isparavanja ne mogu doći do dišnih organa radnika.

Potrebno je također dopunsko osvjetljenje i postavljanje klimatizacijskih uređaja kako bi mikroklima u ljetnom i zimskom razdoblju bila u zoni komfora.

LITERATURA

Mikov, M.: *Praktikum iz medicine rada*, Naučna knjiga, Beograd, 1986.

Pravilnik za opšte mere i normativi za zaštitu na radu za građevinske objekte namenjene za radne i pomoćne prostorije, Sl. list SFRJ, br. 27/1967.

Pravilnik za osvetljenost, Sl. list FNRJ, br. 48/1962.

Pravilnik za maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) na štetne materije u atmosferi radnih prostorija, Sl. list br. 35/1971.

Pravilnik o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama, Sl. list SFRJ, br. 29/71.

Prpić-Majić, D.: *Toksikološko kemijske analize*, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1985.

Stefanović, A., Plavšić, R.: *Priručnik za hemisko određivanje gasova i para u atmosferi industrijskih preduzeća*, Naučna knjiga, Beograd, 1958.

Vidaković, A.: *Medicina rada*, Naučna knjiga, Beograd, 1997.

Napomena:

Osvjetljenost je ocjenjivana prema propisanim vrijednostima prema JUS.Y.Sd.100 (Sl. list SFRJ, br. 48/62.).

Buka u radnoj prostoriji ocjenjivana je prema Pravilniku za opšte mere i normative za zaštitu pri radu od buke (Sl. list, br. 29/71 i ISO-preporuke).

Štetno djelovanje prašine određeno je u suglasnosti s jugoslavenskim standardom JUS 8 BO 001/71 u ovisnosti o obliku prašine, i to za gravimetrijsku koncentraciju.

Za ocjenu opasnosti za zdravlje radnika koje može prouzročiti prisutnost toksičnih plinova i para upotrijebljene su maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) za štetne tvari u atmosferi radnih prostorija, propisane jugoslavenskim standardom JUS 3 B0001/71, jer Republika Makedonija još uvijek nema vlastite standarde (u toku je izrada pravilnika i zakona koji propisuju MDK - Institut za standardizaciju Republike Makedonije i Ministarstvo za trud i socijalne politike).

Rezultati mjerenja parametara mikroklimе (temperatura zraka, relativna vlažnost zraka i brzina strujanja zraka) uspoređivani su s vrijednostima predviđenim Pravilnikom za opšte mere i normativi za zaštitu na radu za građevinske objekte namenjene za radne i pomoćne prostorije sa soodvetnom temperaturom od ± 2 °C. Vrijednosti za temperaturu, relativnu vlažnost i brzinu strujanja zraka za toplo i hladno razdoblje dane su u Sl. listu SFRJ, br. 27/67., u kojem su prikazane optimalne i dopuštene vrijednosti mikroklimatskih parametara za sve vrste radnih prostorija i radnih djelovanja koja se obavljaju u njima.

Osvjetljenost je ocjenjivana prema propisanim vrijednostima prema JUS.Y.Sd.100 (Sl. list SFRJ, br. 48/62.).

Buka u radnoj prostoriji ocjenjivana je prema Pravilniku za opšte mere i normative za zaštitu pri radu od buke (Sl. list SFRJ, br. 29/71 i ISO-preporuke).

Štetno djelovanje prašine određeno je u suglasnosti s jugoslavenskim standardom JUS 8 BO 001/71 u ovisnosti o obliku prašine, i to za gravimetrijsku koncentraciju.

ECOLOGICAL MONITORING OF WORK ENVIRONMENT IN A STEEL GRID COLUMN GALVANIZATION FACTORY

SUMMARY: The objective of this paper is the ecological monitoring of the work environment in a factory which galvanizes steel grid columns. In order to assess the risk of employee exposure to harmful substances, testing was conducted in the work environment. Ecological monitoring was performed in nine workplaces which involved exposure to nocuous chemical and physical agents released during technological processes. Measurements were taken to show the presence and concentration of zinc, hydrochloric acid, sodium hydroxide, ammonia, carbon monoxide and total dust particles, while the measured physical factors included microclimatic conditions, illumination and noise levels.

The test results show that concentrations of hydrochloric acid exceeded the maximum acceptable concentration (MAC) in all nine workplaces during the summer months, while during the winter this maximum was exceeded only at one workplace. Excessive concentration of total dust particles was measured at all measuring points in both the summer and winter periods. Concentrations of carbon monoxide, sodium hydroxide, ammonia and zinc were below the MAC limit. The measured microclimatic conditions and illumination levels did not correspond to the recommended values, particularly in the winter months.

In the environment where steel grid columns are galvanized there is a continuous presence of chemical substances in the form of gases and dust which may reduce capacity for work and cause acute poisoning, thus increasing the risk of developing an occupationally-related disease.

Key words: *ecological monitoring, occupational environment, galvanization, steel grid columns*

*Professional paper
Received: 2008-07-31
Accepted: 2008-12-15*