

Uticaj ventilacije komore mašine alatke na osobine SHP aerosola

Dunja S. Sokolović¹, Wilhelm Höflinger², Zoltan Z. Zavargo¹, Radmila M. Šećerov Sokolović¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

²Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Techn. Biowissenschaften, TU Wien, Österreich

Izvod

U ovom radu ispitivan je uticaj brzine strujanja ventilacionog vazduha na osobine SHP aerosola kako u komori, tako i na ulazu u ventilacioni vod. Ispitivani aerosol je formiran od emulzija tri komercijalna sredstva za hlađenje i podmazivanje (SHP). Eksperimenti su realizovani pri četiri brzine ventilacionog vazduha, koje su ispod kritične brzine sekundarnog atomiziranja kapi. Karakterizacija formiranog aerosola je vršena optičkim spektrometrom. Porast brzine strujanja vazduha omogućava bolje mešanje aerosola što dovodi do više slučajnih sudara među kapima koji rezultiraju koalescencijom, iako je broj kapi pri većim brzinama niži. Postoji jedna brzina pri kojoj se aerosol u komori najviše razlikuje od aerosola na ulazu u ventilacioni vod. Ta brzina se razlikuje kod ispitivanih aerosola, i uslovljena je viskoznošću i molskom masom ulja.

Ključne reči: sredstva za hlađenje i podmazivanje (SHP), emulzija, aerosol.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

Sredstva za hlađenje i podmazivanje (SHP) fluidi su različitog hemijskog sastava koji se koriste u operacijama mehaničke obrade metalnih delova. Njihov osnovni zadatak je da obezbede dobro hlađenje i podmazivanje u zoni kontakta alata i metalne površine koja se obrađuje. Pored toga ona imaju i antikorozivnu ulogu kao i ulogu u ispiranju strugotine [1–3]. Upotreba odgovarajućih SHP sredstava obezbeđuje visok kvalitet obrade i minimalno trošenje alata. Ovi fluidi pored svog kompleksnog hemijskog sastava sadrže i aditive različite prirode, kao što su površinski aktivne materije (PAM), antikorozivna sredstva, stabilizatori, biocidi, antipenušavci i drugo [4].

SHP sredstava, iako, imaju pozitivne efekte na ekonomičnost procesa obrade metala, predstavljaju izrazito opasne materije i zagađivače kako radne tako i životne sredine. Stoga je neophodno dobro upravljati SHP sredstvima kako svežim tako i otpadnim [5–6]. Jedan od ključnih problema kod njihove upotrebe je sakupljanje i tretman otpadnih SHP sredstava [7]. Drugi, ne manje bitan problem je kontamiranje vazduha radne sredine kao posledica generisanja aerosola (magle) u gotovo svim procesima obrade metala [8]. Postojanje ovakvog aerosola tj. magle u radnoj atmosferi predstavlja opasnost po zdravlje radnika. Ovakav aerosol može biti iritirajući za kožu, oči, nos i ždrelo. Veće kapljice koje mogu biti udahnute kroz nos (10–100 µm) dospevaju u usnu duplju odakle bivaju progutane, dok sitnije kapljice (<10 µm) disajnim putevima dospevaju do pluća gde se deponuju [9]. Epidemiološke studije su poka-

NAUČNI RAD

UDK 628.8:66:66–911.38

Hem. Ind. 66 (1) 67–77 (2012)

doi: 10.2298/HEMIND110615053S

zale da izloženost ovakvom aerosolu poznatom u industriji kao zauljena magla može izazvati astmu, bronhijalna hiperreaktivnost, lipoidnupneumoniju, dermatitis pa čak i rak pluća ili ždrelo [10,11]. Efekti na zdravlje zavise od više faktora, kao što su vreme i učestalost izloženosti opasnoj materiji, osetljivosti radnika, tipu prisutnih hemikalija i naravno, distribuciji veličine aerosola [12].

Sa ciljem da se poveća zaštita na radu i obezbedi zdravije i sigurnije radno okruženje, Agencija za bezbednost i zdravlje na radu američkog ministarstva za rad (*Occupational Safety and Health Administration – OSHA*) prva je propisala dozvoljenu granicu izloženosti ovakvoj vrsti aerosola (tj. magli mineralnog ulja) u vazduhu koja iznosi 5 mg/m³ uprosečeno na osmočasovni radni dan [13]. Da bi se koncentracija SHP aerosola u radnoj atmosferi spustila na dozvoljenu granicu, danas se proizvode poluzatvorene i zatvorene mašine alatke [14,15], koje imaju lokalni ili centralni ventilacioni sistem, a istovremeno se razvijaju novi aditivi za SHP sredstva koji bi smanjili njihovu predispoziciju da lako atomiziraju i isparavaju stvarajući aerosol, a da pri tome ne menjaju bitno radne osobine [16].

Ovakvi ventilacioni sistemi moraju imati adekvatne filtre koji bi sprečili da se kontaminacija širi u radnom prostoru, kao i da se iz njega dalje prenese u okolinu. Filtracija SHP aerosola, koji pored čvrstih čestica prašine, i sitnih ostataka metala u svom sastavu ima i kapi tečnosti, koje mogu biti čak manje od 1 µm [17], otežana je. U zavisnosti od pritiska, temperature i vlage u ventilacionom vodu, kapi mogu da ispare sa filtra i da se vrata u radnu sredinu [18].

Kada je reč o radnim uslovima ventilacionog sistema, koliko je nama poznato, do sada nije ispitivano kako brzina ventilacije mašine alatke utiče na osobine formiranog aerosola. Cilj ovog rada je da ispita uticaj brzi-

Prepiska: D. Sokolović, Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija.

E-pošta: dunjaso@uns.ac.rs

Rad primljen: 15. jun, 2011

Rad prihvaćen: 28. jul, 2011

ne ventilacionog vazduha na osobine aerosola kako u komori, tako i na ulazu u ventilacioni vod. Ispitivani aerosol je formiran od emulzija tri komercijalna SHP sredstva. Eksperimenti su realizovani pri četiri brzine strujanja ventilacionog vazduha, koje su ispod kritične brzine sekundarnog atomiziranja kapi.

MATERIJAL I METODE

Eksperimentalni deo ovog rada je realizovan na Institutu za hemijsko inženjerstvo u istraživačkoj grupi Mehaničkog procesnog inženjerstva i tehnologije čistog vazduha na Tehničkom univerzitetu u Beču, Austrija (Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Techn. Biowissenschaften, Forschungsbereiche für Mechanische Verfahrenstechnik, Technische Universität Wien).

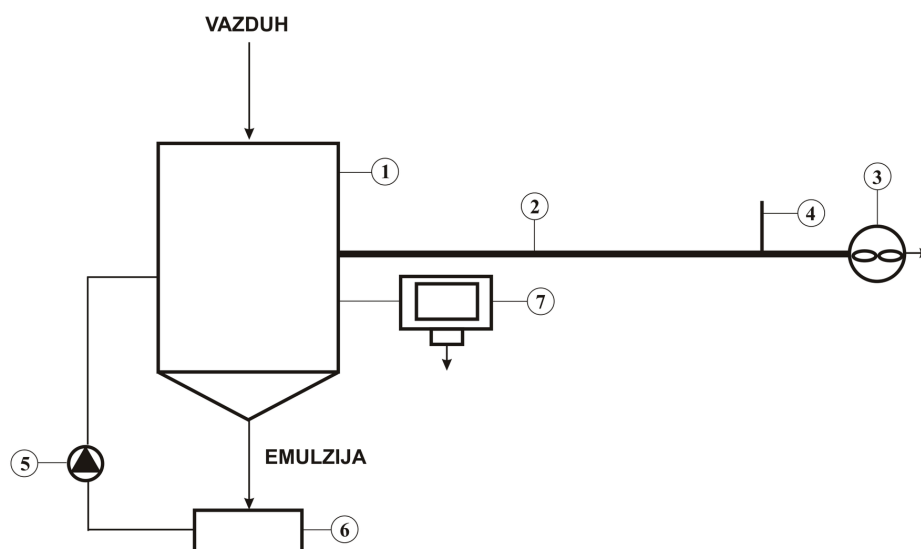
Aparatura je razvijena od strane tima prof. Wilhelm Hoeflinger, a kao deo disertacije dipl.ing B. Neumann [19], sastoji se od pleskiglas komore bez krova (1) u kojoj je smešten aerosol generator, koji rotira oko vertikalne ose (slika 1). Komora je spojena sa ventilacionom cevi dužine 8 m, prečnika 16 cm (2). Na kraju cevi je postavljen ventilator (3) koji omogućava ventilaciju komore različitim brzinama vazduha merenim

senzorom SS 20.60, proizvođača Schmidt (4). SHP emulzija se dozira pumpom (5) iz rezervoara (6) koji se nalazi ispod komore, i to kroz okruglu mlaznicu prečnika 3 mm, postavljenu pod uglom od 45° u odnosu na rotor.

Karakterizacija formiranog aerosola je vršena optičkim spektrometrom Particle Size Analyzer PCS 2010, proizvođača Palas (7). Ovaj uređaj određuje koncentraciju čestica u rasponu od 1 do 10⁶ P/cm³, a veličina čestica koju može da indetifikuje je od 0,2 do 50 μm.

Aerosol se formira u komori od stabilne emulzije ulja u vodi, koncentracije 6%, pomoću aerosol generatora. Korišćena su tri komercijalna SHP sredstva, UO2, UO3, UO5, čije su osnovne karakteristike na 20 °C prikazane u tabeli 1, dok su osobine njihovih emulzija, EO2, EO3, EO5, date u tabeli 2.

Na dan ogleđa pripremana je sveža emulzija u vodi sobne temperature vodovoda grada Beča. Emulzija je konstantnim protokom od 560 ml/min pumpana kroz mlaznicu. Brzina obrtanja rotora bila je 7500 obrt/min i konstanta u svim ogleđima. Pošto nema kontakta metal o metal, isključen je uticaj toplote, te je formiranje aerosola mehanizmom isparavanje/kondezacija svedeno na minimum. Pri tim uslovima se formira aerosol, dominantno centrifugalnom silom [20]. Formirani aerosoli su obeleženi šiframa O2, O3 i O5.



Slika 1. Šema eksperimentalne aparature: aerosol generator – komora sa vertikalnim rotorom (1), ventilaciona cev (2), ventilator (3), merač brzine vazduha (4), pumpa (5), rezervoar (6), optički spektrometar Particle Size Analyzer PCS 2010, Palas (7).

Figure 1. Schematic of the experimental setup: aerosol generator – chamber with vertical rotor (1), ventilation pipe (2), ventilator (3), air flow meter (4), pump (5), tank for MWF (6), PCS 2010 Analyzer – Palas (7).

Tabela 1. Osobine ispitivanih sredstava za hlađenje i podmazivanje (SHP)
Table 1. Properties of investigated metal working fluids (MWF)

Osobine SHP sredstva	Ulje UO3	Ulje UO5	Ulje UO2
Gustina na 20 °C, kg/m ³	870	995	923
Viskoznost na 20 °C, mPa s	6,00	6,79	10,52
Molska masa, g/mol	456	660	667
Površinski napon na 20 °C, mN/m	32	25	31

Tabela 2. Osobine ispitivanih emulzija
Table 2. Properties of investigated emulsions

Osobine 6% emulzije	Emulzija		
	EO3	EO5	EO2
Gustina na 20 °C kg/m ³	992,21	999,71	995,39
Viskoznost na 20 °C, mPa s	1,12	1,12	1,15
Površinski napon na 20 °C, mN/m	39,00	30,62	44,50

Aerosol iz komore je usisivan ventilatorom koji se nalazi na kraju cevi – ventilacionog voda. Eksperimenti su vršeni pri četiri brzine vazduha u ventilacionoj cevi, i to 1, 3, 6 i 8 m/s, (V1, V3, V6 i V8, redom). Da bi se uspostavili stacionarni uslovi bilo je potrebno da prođe 45 min od startovanja ogleđa. Kada su stacionarni uslovi postignuti, formiran aerosol je uzorkovan na dva merna mesta. Prvo merno mesto je u zapremini komore, dok je drugo na samom ulazu u ventilacioni vod.

Za analizu rezultata korišćena je distribucija veličine čestica (kapljica) prikazana kao funkcija krive raspodele (gde je: y osa – udeo mase po jedinici veličine, x osa – prečnik kapi), zatim masena koncentracija aerosola (mg/m³), broj kapi (P/cm³).

REZULTATI I DISKUSIJA

Analizirajući uticaj brzine $V1 = 1$ m/s, kao najniže ispitivane brzine na aerosol uzorkovan na mernom mestu u komori, i na samom ulazu u ventilacioni vod, može se uočiti da ova brzina gotovo da nema nikakav uti-

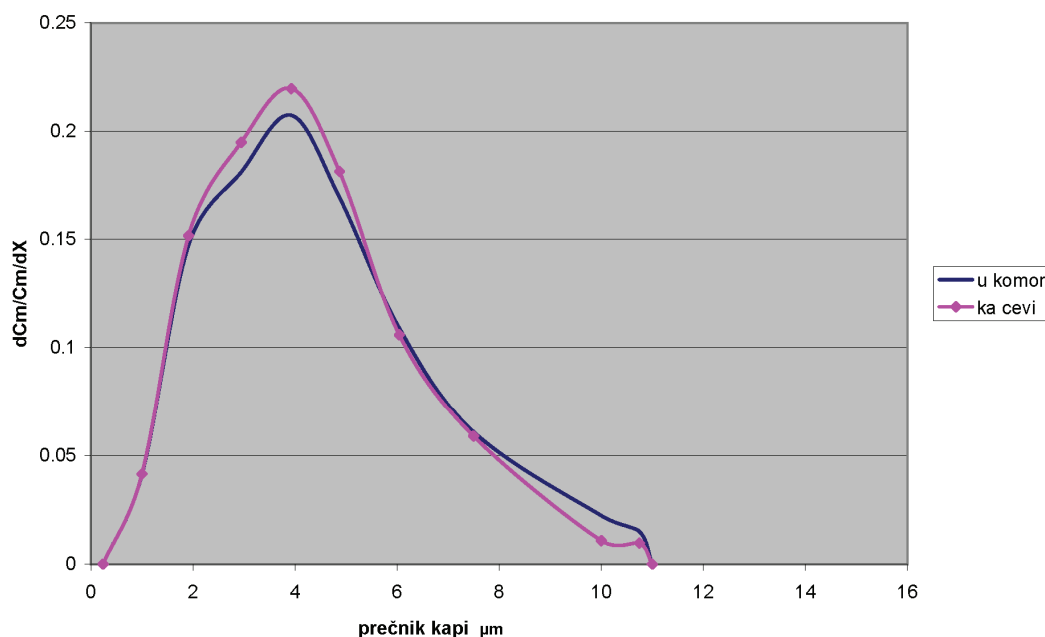
caj na osobine aerosola O3 (slika 2), tj. da raspodela, broj kapi i masena koncentracija ostaju nepromenjeni (tabela 3).

Kod aerosola O5 dolazi do blage koalescencije kapi na ulasku u ventilacioni vod (slika 3).

To prati blagi pad broja kapi i porast masene koncentracije [22]. Situacija kod aerosola O2, pri ovoj brzini, značajno je drugačija (slika 4). Kapi aerosola O2 imaju znatno širu raspodelu u odnosu na aerosol druge dve emulzije, i to u oblasti krupnijih kapi. Pored toga njegova raspodela se razlikuje u komori u odnosu na ulaz u ventilacioni vod. U komori je raspodela šira. Razlog tome je što kapi u zapremini komore koalesciraju, i tako ukupljene se talože na putu ka ventilacionom vodu. To prati blagi pad broja kapi i značajan pad masene koncentracije (tabela 3).

Za razliku od brzine $V1 = 1$ m/s, brzina $V3 = 3$ m/s izaziva promenu osobina aerosola O3 u posmatranim mernim mestima. Pomeranje krive raspodele ka većim kapima na ulazu u ventilacioni vod je posledica koalescencije (slika 5). Međutim, promena raspodele veličine

O3 V1

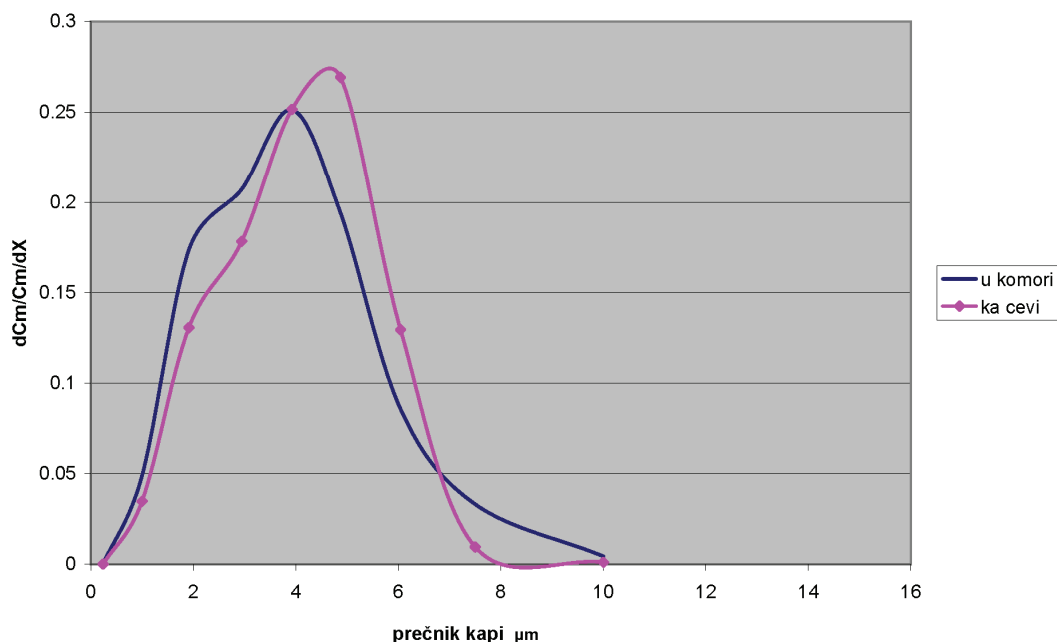


Slika 2. Raspodela veličine aerosola O3 pri brzini V1.
Figure 2. Size distribution of aerosol O3 at velocity V1.

Tabela 3. Masena koncentracija, MC (mg/m^3), i broj kapi, NC (P/cm^3), za sve ispitivane brzineTable 3. Mass concentration, MC (mg/m^3), and number concentration, NC (P/cm^3), for all investigated velocities

Brzina		Aerosol					
		O3		O5		O2	
		U komori	Ka cevi	U komori	Ka cevi	U komori	Ka cevi
V1 =1 m/s	NC	7054	7391	7975	6678	9173	8203
	MC	23,24	24,00	22,25	25,17	23,28	14,17
V3 =3 m/s	NC	5482	3105	6194	3538	8543	6194
	MC	23,94	16,83	24,98	12,64	27,55	24,98
V6 =6 m/s	NC	4073	2355	4677	1618	5393	2340
	MC	23,64	8,75	24,26	4,11	15,97	3,85
V8 =8m/s	NC	4504	1842	4382	1531	3676	1230
	MC	17,06	4,31	14,48	3,13	21,18	1,95

05 V1



Slika 3. Raspodela veličine aerosola O5 pri brzini V1.

Figure 3. Size distribution of aerosol O5 at velocity V1.

kaplji kod aerosola O5 je pri brzini V3 = 3 m/s toliko mala, da može biti zanemarena. Njegova kriva raspodele se minimalno pomera u oblast sitnijih kapi (slika 6), što ukazuje da ne dolazi do koalescencije. Na aerosol O2 brzina, V3 = 3 m/s, utiče slično kao i na aerosol O3 podstičući koalescenciju na ulazu u ventilacioni vod (slika 7). Ono što je zanimljivo da kod aerosola O2 pri ovoj brzini više nije uočljiva tolika razlika krive raspodele u odnosu na druga dva aerosola, kao što je bio slučaj kod brzine V1 = 1m/s.

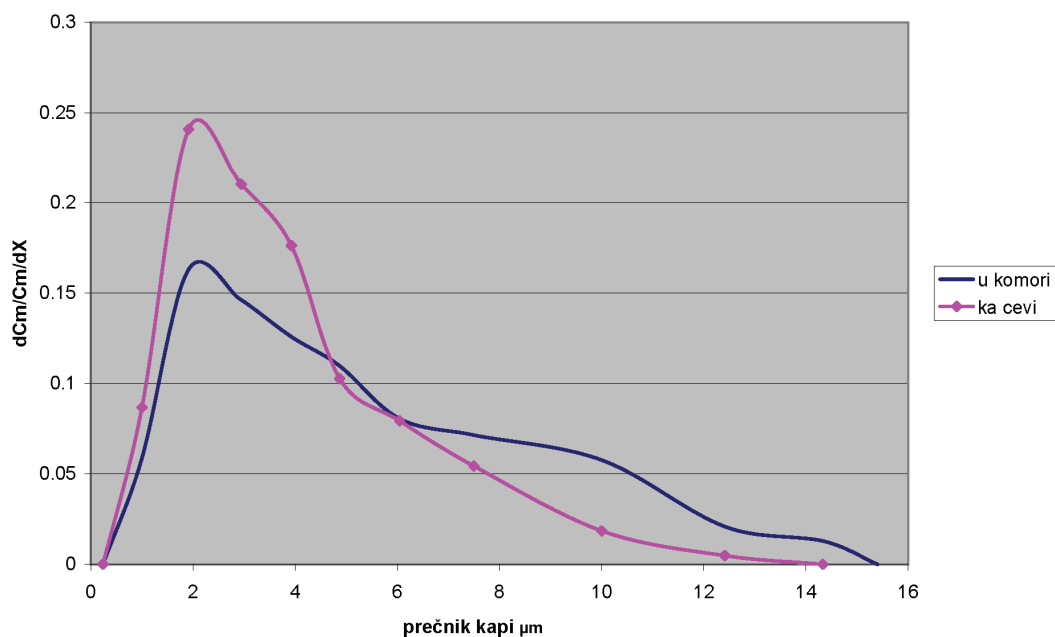
Pri brzini V6 = 6 m/s dolazi do znatno brže koalescencije kod sva tri ispitivana aerosola. Kapljice koalesciraju još u komori, i to do veličine da mogu lako da se istalože pre nego što stignu do ventilacionog voda, što

ilustruje pomeranje krive raspodele u oblast manjih prečnika (slike 8–10).

Situacija pri brzini V8 = 8 m/s kod aerosola O3 i O5 je gotovo nepromenjena u odnosu na situaciju pri brzini V6 = 6 m/s, (slike 11 i 12). Međutim, aerosol O2 pri brzini V8 = 8 m/s opet odstupa u odnosu na aerosol druge dve emulzije (slika 13). Kod njega je koalescencija intenzivnija, što se vidi iz razvučene krive raspodele aerosola merenog u komori. Ovo potvrđuje ne samo smanjenje broja kapi, već i značajan pad masene koncentracije na ulazu u ventilacionu cev.

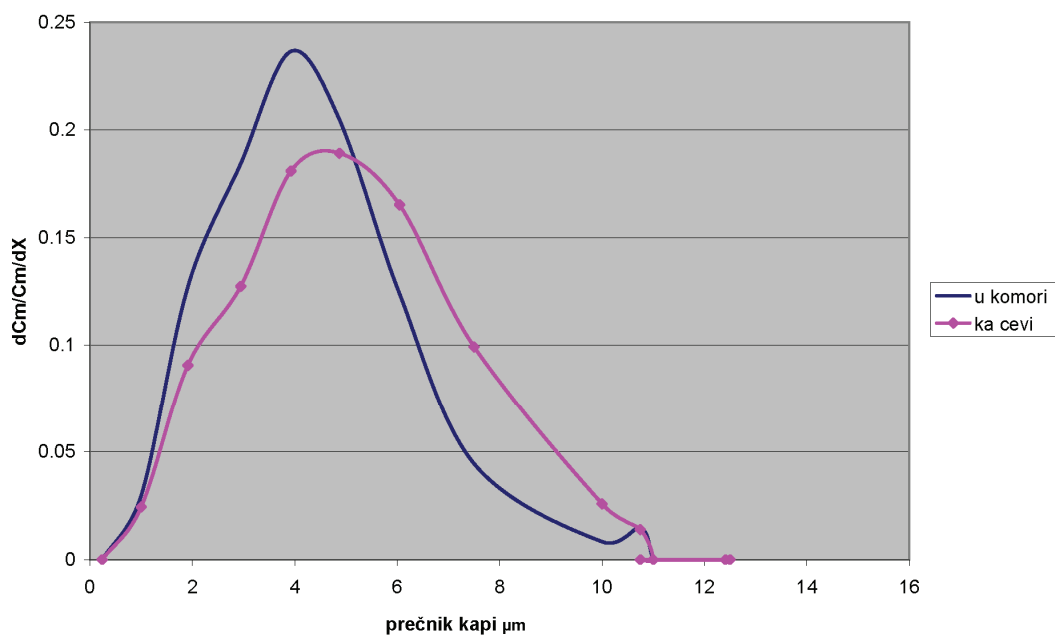
Na osnovu dobijenih rezultata može se uočiti da se porastom brzine vazduha podstiče koalescencija, iako je broj kapi manji zbog većeg razređenja vazduhom. To

02 V1



Slika 4. Raspodela veličine aerosola O2 pri brzini V1.
Figure 4. Size distribution of aerosol O2 at velocity V1.

03 V3

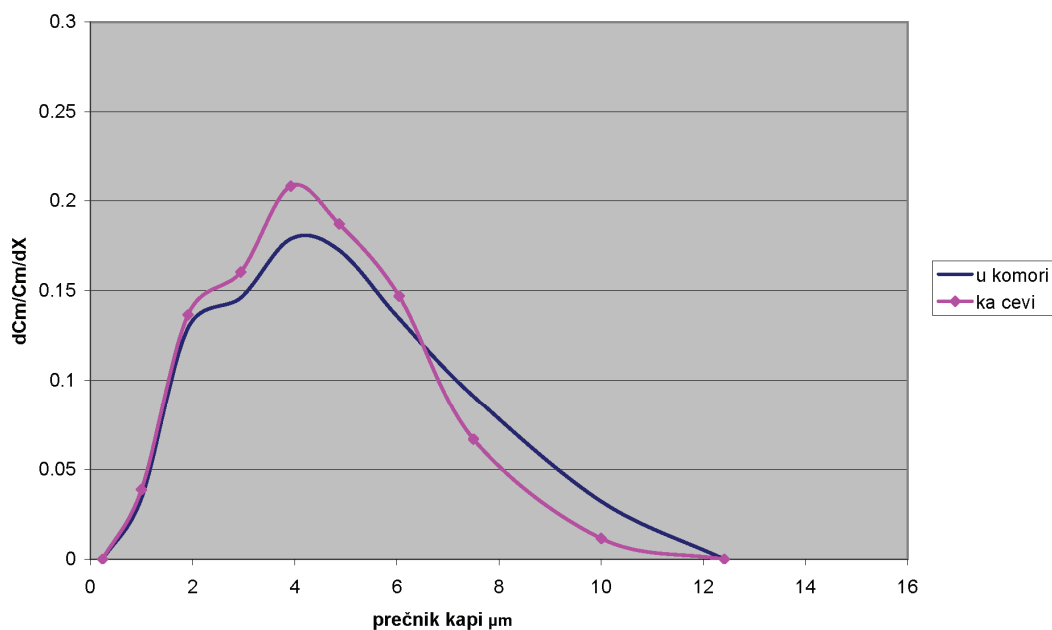


Slika 5. Raspodela veličine aerosola O3 pri brzini V3.
Figure 5. Size distribution of aerosol O3 at velocity V3.

se može objasniti time da veća brzina omogućava bolje mešanje u aerosolu i tako dovodi do više slučajnih sudara između kapi koji rezultiraju koalescencijom, dok niže brzine vazduha dozvoljavaju da kapljice lete i da se ne približe dovoljno jedna drugoj kako bi mogle da koalesciraju.

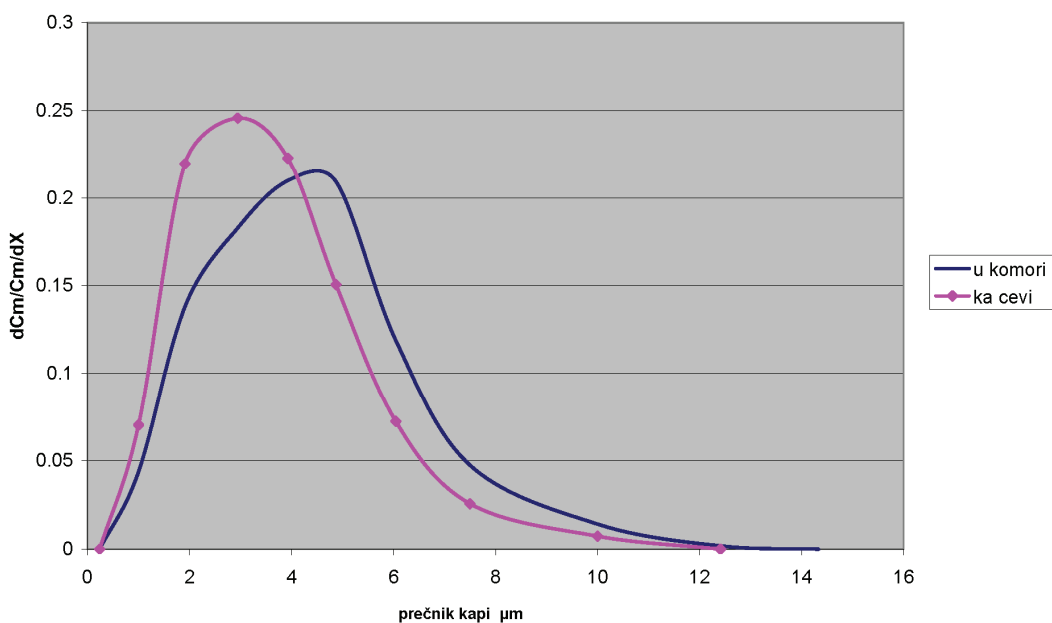
Daljom analizom rezultata uočava se da kod svakog ulja postoji jedna brzina pri kojoj se aerosol u komori najviše razlikuje od aerosola na ulazu u ventilacioni vod. Ta brzina se može nazvati specifična brzina. Za aerosol O3 to je brzina V3 = 3 m/s, za aerosol O5 brzina V6 = 6 m/s, dok je kod aerosola O2 to brzina V8 = 8 m/s. Kako

05 V3



Slika 6. Raspodela veličine aerosola O5 pri brzini V3.
Figure 6. Size distribution of aerosol O5 at velocity V3.

02 V3



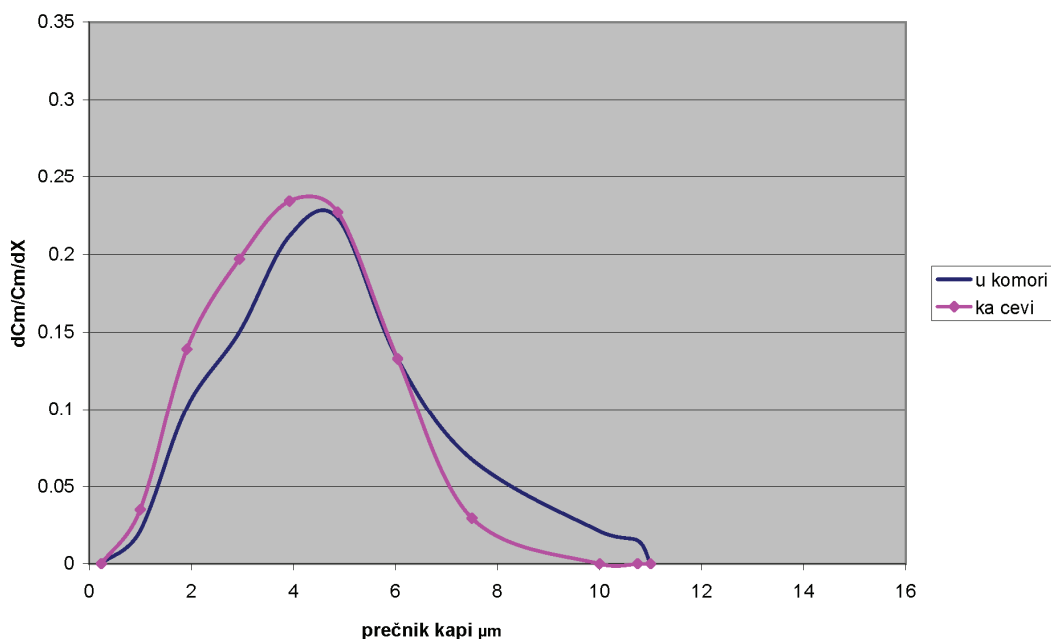
Slika 7. Raspodela veličine aerosola O2 pri brzini V3.
Figure 7. Size distribution of aerosol O2 at velocity V3.

se radi o vrlo složenim fenomenima, na ovom stepenu istraživanja, nije moguće objasniti šta uzrokuje ovu pojavu, ali se može istaći da su viskoznost kao i molska masa ulja od kojih su pripremljene ispitivane emulzije najniže za ulje UO3, a najviše za ulje UO2 (tabela 1), kao što je je specifična brzina kod aerosola O3 najmanja, a

kod aerosola O2 najveća. Dalja istraživanja bi trebalo voditi u tom smeru da se ispita uticaj viskoznosti i molske mase na specifičnu brzinu.

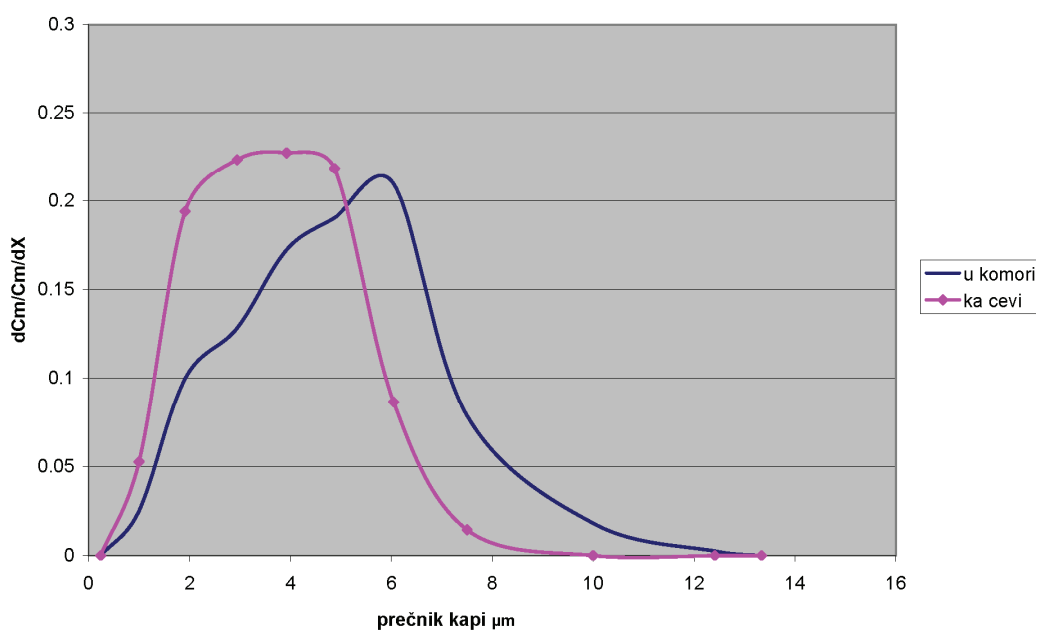
Ako analiziramo sve ispitivane aerosole međusobno pri svim brzinama, onda se aerosol O2 pod uticajem strujanja vazduha u zapremini komore ponaša speci-

O3 V6



Slika 8. Raspodela veličine aerosola O3 pri brzini V6.
Figure 8. Size distribution of aerosol O3 at velocity V6.

O5 V6

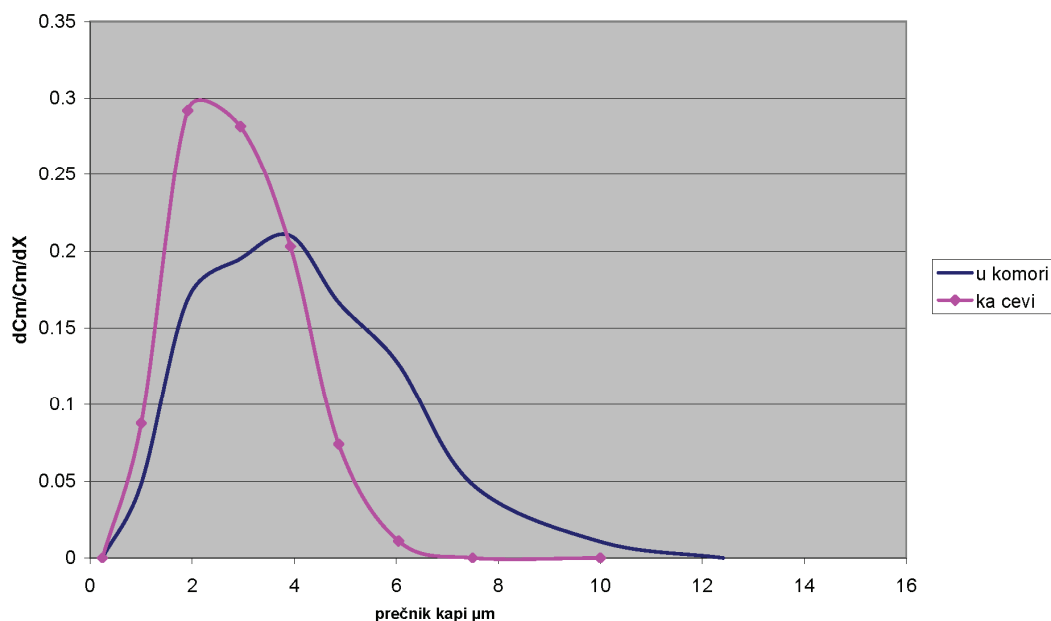


Slika 9. Raspodela veličine aerosola O5 pri brzini V6.
Figure 9. Size distribution of aerosol O5 at velocity V6.

fično u odnosu na druga dva ispitivana aerosola, dok se na ulazu u ventilacioni vod sva tri aerosola ponašaju slično. Specifično ponašanje aerosola O2 moglo bi biti uslovljeno osobinama i prirodom ulja UO2, koje je značajno drugačije od ulja UO3 i UO5. Ulje UO2 je jedino biljnog porekla, pored toga ima najvišu vrednost viskoz-

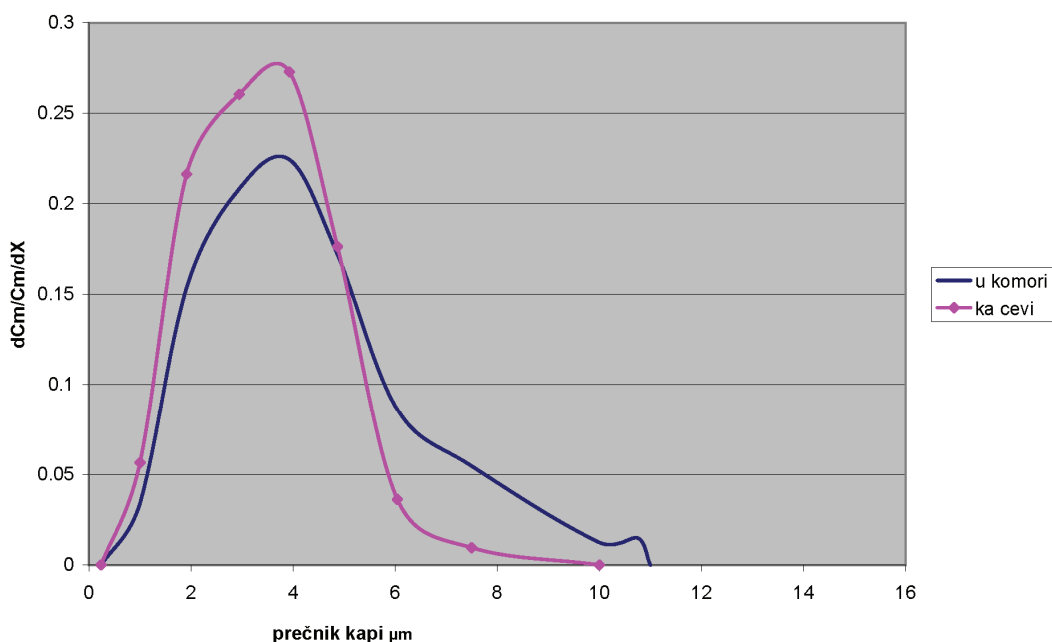
nosti i molske mase u odnosu na druge ispitivane uzorke. Slično ponašanje aerosola na ulazu u ventilacioni vod moglo bi biti uslovljeno intenzivnijim strujanjem vazduha, što uzrokuje nižu koncentraciju aerosola, čime se smanjuje uticaj prirode ulja.

02 V6



Slika 10. Raspodela veličine aerosola O2 pri brzini V6.
Figure 10. Size distribution of aerosol O2 at velocity V6.

03 V8



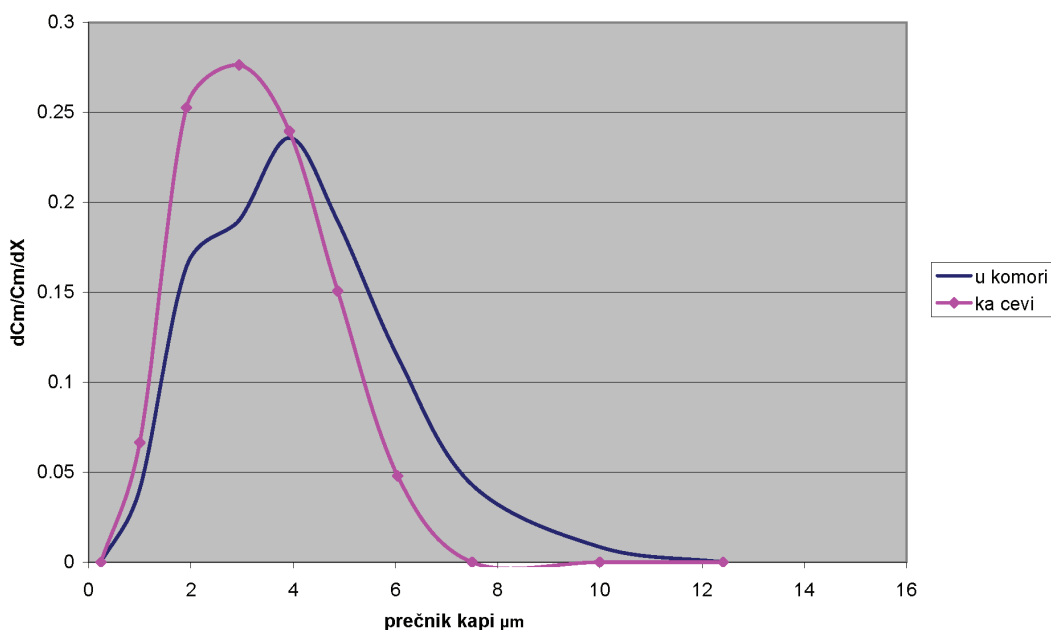
Slika 11. Raspodela veličine aerosola O3 pri brzini V8.
Figure 11. Size distribution of aerosol O3 at velocity V8.

ZAKLJUČAK

Porast brzine vazduha obezbeđuje bolje mešanje aerosola podstičući koalescenciju, te je tako koalescencija intenzivnija pri većim brzinama iako je tada broj kapi aerosola niži.

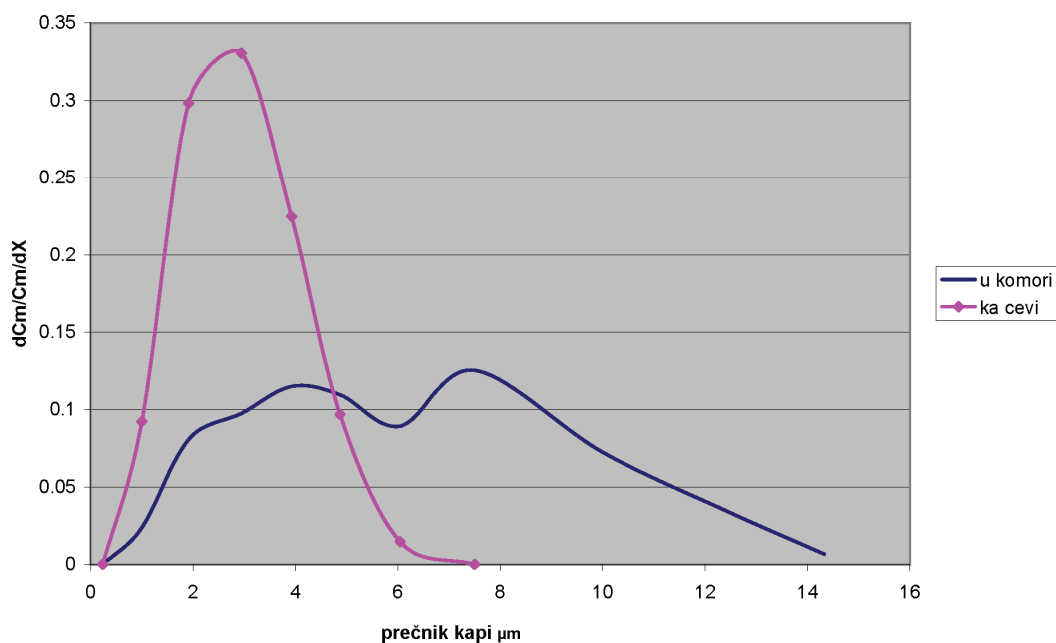
Može se konstatovati da kod svakog ispitivanog aerosola postoji jedna brzina, specifična brzina, pri kojoj se raspodela veličina u komori najviše razlikuje od raspodele veličina na ulazu u ventilacioni vod. U zapremini komore značajniji je uticaj prirode fluida pošto je mesto atomiziranja blizu, dok je na ulazu u ventilacioni vod

05 V8



Slika 12. Raspodela veličine aerosola O5 pri brzini V8.
Figure 12. Size distribution of aerosol O5 at velocity V8.

02 V8



Slika 13. Raspodela veličine aerosola O2 pri brzini V8.
Figure 13. Size distribution of aerosol O2 at velocity V8.

dominantniji uticaj brzine strujanja vazduha na osobine aerosola. Aerosol O2 se ponaša specifično u odnosu na druga dva aerosola pod uticajem strujanja vazduha u zapremini komore, dok je njegovo ponašanje na ulazu u ventilacioni vod slično sa ostalim aerosolima. Kako ulje UO2 ima najvišu molsku masu i viskoznost, kao i emul-

zija EO2 koja pored toga ima i najviši površinski napon specifično ponašanje aerosola O2 je očekivano.

Zahvalnica

Ovaj rad je urađen uz finansijsku pomoć Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije (projekat br.172022).

LITERATURA

- [1] S. Sokolović, Tehnologija proizvodnje i primene tečnih maziva, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1998.
- [2] D. Sokolović, D. Govedarica, Aerosoli iz metaloprerađivačke industrije, IV Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Kladovo, 2009, str. 505-510.
- [3] D. Park, P.A. Stewart, J.B. Coble, Determinants of exposure to metalworking fluid aerosols: a literature review and analysis of reported measurements, *Ann. Occup. Hyg.* **53** (2009) 271-288.
- [4] A.T. Simpson, J.A. Groves, J. Unwin, M. Piney, Mineral oil metal working fluids (mwfs) – development of practical criteria for mist sampling, *Ann. Occup. Hyg.* **44** (2000) 165-172.
- [5] M. Stear, Metalworking fluids – clearing away the mist?, *Ann. Occup. Hyg.* **49** (2005) 279-281.
- [6] N. Canter, Metalworking fluid mist: strategies for minimizing exposure, *Tribol. Lubr. Technol.* **3** (2005) 36-44.
- [7] V.B. Lazarević, I.M. Krstić, Lj.M. Takić, M.L. Lazić, V.B. Veljković, Bistrenje i filtracija suspenzije flokulisanih čestica iz hemijskog prečišćavanja otpadne vodene emulzije iz procesa obrade obojenih metala, *Hem. Ind.* **65** (2011) 53-59.
- [8] J.M. Dasch, J.B. D’Arcy, S.S. Kinare, Y. Yin, R.G. Kopple, S.C. Salmon, Mist generation from high-speed grinding with straight oils, *Tribol. Lubr. Technol.* **10** (2008) 40-47.
- [9] S.L. Gauthier, Metalworking fluids: oil mist and beyond, *Appl. Occup. Environ. Hyg.* **18** (2003) 818-824.
- [10] M. Chen, P.J. Tsai, Ch.Ch. Chang, T.-Sh. Shih, W.J. Lee, P.C. Liao, Particle size distributions of oil mists in workplace atmospheres and their exposure concentrations to workers in a fastener manufacturing industry, *J. Hazard. Mater.* **146** (2007) 393-398.
- [11] L. Lillienberg, A. Burdorf, L. Mathiasson, L. Thorneby, Exposure to metalworking fluid aerosols and determinants of exposure, *Ann. Occup. Hyg.* **52** (2008) 597-605.
- [12] L. Lillienberg, E.M. Andersson, B. Järholm, K. Torén, Respiratory symptoms and exposure-response relations in workers exposed to metalworking fluid aerosols, *Ann. Occup. Hyg.* **54** (2010) 403-411.
- [13] Metalworking Fluids: Safety and Health Best Practices Manual, OSHA, (2001) http://www.osha.gov/SLTC/metalworkingfluids/metalworkingfluids_manual.html (pristupljeno 1.07.2011).
- [14] Absaugen und Abscheiden von Kuelschmierstoffemissionen, Berufsgenossenschaftliches Institut fuer Arbeitsschutz – BGI, Report 9/ 2006.
- [15] J.M. Dasch, C.C. Ang, M. Mood, D. Knowles, Variables affecting mist generation from metal removal fluids, *Lubr. Eng.* **58** (2002) 10-17.
- [16] D. Sokolović, D. Govedarica, Primena SHP sredstava i održivi razvoj, 48. Savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad, april 2010, str. 100-103.
- [17] J. Dasch, J. D’Arcy, A. Gundrum, J. Sutherland, J. Johnson, D. Carlson, Characterization of fine particles from machining in automotive plants, *J. Occup. Environ. Hyg.* **2** (2005) 609-625.
- [18] S.J. Cooper, D. Leith, Evaporation of metalworking fluid mist in laboratory and industrial mist collectors, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* **59** (1998) 45-51.
- [19] B. Neumann, Dissertation: Kuelschmierstoffaerosole bei der Metallbearbeitung, TU Wien, 2007.
- [20] J. Thornburg, D. Leith, Size distribution of mist generated during metal machining, *Appl. Occup. Environ. Hyg.* **15** (2000) 618-628.
- [21] J.H. Seinfeld, S.N. Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006, pp. 588-627.

SUMMARY**EFFECT OF VENTILATION IN ENCLOSURE MACHINE SYSTEM ON MWF AEROSOL PROPERTIES**Dunja S. Sokolović¹, Wilhelm Höflinger², Zoltan Z. Zavargo¹, Radmila M. Šećerov Sokolović¹¹*Faculty of Technology, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia*²*Institute of Chemical Engineering, Vienna University of Technology, Vienna, Austria*

(Scientific paper)

In this paper the influence of ventilation air velocity on properties of metal working fluids (MWF) aerosol/mist is presented. Aerosol characteristics were monitored in the chamber as well as at the entrance of ventilation pipe by optical particle size analyzer. Aerosol was generated from 6% water emulsion of three commercial MWF. Four different velocities, less than the velocity of secondary atomization, were examined (1, 3, 6 and 8 m/s). Droplets size distribution, mass concentration (mg/m^3), as well as number concentration (P/cm^3) were measured and analyzed. From the results obtained it may be seen that coalescence is more pronounced as the velocity increases, although the number concentration decreases, due to higher air dilution. Therefore, more droplets are in a whirling motion at higher air velocities, hence more random collisions are possible. Further analysis shows that there is one value of air velocity under which the maximum difference between the aerosol in chamber and the aerosol at the entrance of the pipe can be observed. This velocity could be named specific velocity and depends on the given aerosol properties. It could be assumed that specific velocity is conditioned by the properties of oil from which emulsion is prepared. Oil viscosity and molar mass have greatest influence on the specific velocity.

Keywords: Metal working fluids (MWF) • Emulsion • Aerosol