

Biblid: 0350-2953 (2017) 43(2): 85-90
UDK: 631.3; 636.03;

Pregledni rad
Review paper

LABORATORIJSKO MERENJE KONCENTRACIJE PRAŠINE NA ULAZU I IZLAZU SISTEMA ZA VLAŽNO PREČIŠĆAVANJE VAZDUHA

LABORATORY MEASUREMENT OF DUST CONCENTRATION ON ENTRANCE AND EXIT OF AIR PURIFYING SYSTEM

Zoranović, M., Ivanišević, M.

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: mladen.ivanisevic@polj.uns.ac.rs

REZIME

Zabrinutost za kvalitet vazduha sve je češća pojava na globalnom nivou. Stočarski objekti smatraju se glavnim izvorom vazdušnog zagađenja. Suspendovane čestice smatraju se glavnim faktorom koji doprinosi degradaciji kvaliteta vazduha u stočarskim objektima. Izvori čestica su hrana, prostirka, životinje i njihov feces. Organsku prašinu u stočarskim objektima čine žitarice i druge čestice biljnog porekla, životinjske dlake, urin, fekalije, mikroorganizmi i dr. Čestice prašine mogu da nose opasne materijale, kao što su patogene bakterije, viruse, endotoksine i ostale organske supstance. Nezaobilazni detalj u procesu kontrole kvaliteta vazduha je merenje koncentracije prašine. OPC-N2 meri veličine čestica PM₁, PM_{2,5} i PM₁₀. Merenje koncentracije prašine u ambijentalnom laboratorijskom vazduhu može izvesti sa zadovoljavajućom tačnošću pomoću njega. Radi stvaranja potpunije slike o strukturi čestica formirane mešavine potrebno je uraditi mikroskopsku analizu.

Ključne reči: OPC-N2, stočarstvo, prašina, laboratorijsko merenje, dozator prašine

1. UVOD

Zabrinutost za kvalitet vazduha sve je češća pojava na globalnom nivou. Stočarski objekti smatraju se glavnim izvorom vazdušnog zagađenja. Značajne količine aerosoli, amonijaka, neprijatnih mirisa i ostalih toksičnih supstanci oslobađa se tokom farmskih aktivnosti unutar objekta, utiču na zdravlje i blagostanje životinja i ljudi. Oni takođe predstavljaju rizik za spoljno okruženje, jer mogu biti emitovani van objekta tokom ventilacije. Suspendovane čestice smatraju se glavnim faktorom koji doprinosi degradaciji kvaliteta vazduha u stočarskim objektima. Izvori čestica su hrana, prostirka, životinje i njihov feces. Mala količina aerosoli može biti uneta u objekat putem ventilacije. (T.Bartzanas i sar 2010). Stalni razvoj intenzivne stočarske proizvodnje povezan je sa porastom gustine naseljenosti i veličine stada. Koncentracija vazdušnih zagađivača raste sa porastom gustine naseljenosti. Osim toga, pomenuti razvoj promenio je radni model ljudi na farmama, što je dovelo do duže izloženosti zagađenom vazduhu, samim tim naglašavajući važnost kvaliteta vazduha na random mestu. Organsku prašinu u stočarskim objektima čine žitarice i druge čestice biljnog porekla, životinjske dlake, urin, fekalije,

mikroorganizmi i dr. Čestice prašine mogu da nose opasne materijale, kao što su patogene bakterije, viruse, endotoksine i ostale organske supstance. (H. Takai i sar 1998). Prevelika koncentracija prašine utiče na dnevnu konzumaciju hrane, telesnu težinu, dnevni prirast i ostale karakteristike vezane za produktivnost, prouzrokuje bolesti i na kraju na ekonomske koristi. Sa druge strane, prašina će biti prenetu u okruženje i prouzrokovala zagađenje ambijenta. (Yushu HE i sar 2007).

Sve napred navedeno ukazuje na potrebu kontrole kvaliteta vazduha u stočarskim objektima. Ventilacija je najsretniji način, dok je prečišćavanje gotovo nesretno. Imajući u vidu različite izveštaje, prevladuje mišljenje da su prečišćavanje stajskog vazduha i tretiranje izvora prašine još uvek neisplativi ili nepraktični za svakodnevnu primenu u stočarskim objektima (Topisirović, 2002). Kontrola koncentracije prašine u naglašenim limitima za stočarstvo zahteva razvoj novih, cenovno, energetski, operativno i kvalitativno efikasnih tehničko-tehnoloških rešenja. Shodno tome, nameće se logična ideja o formiranju univerzalnog sistema za kontrolu mikroklimata uzgojnih objekata, sa ciljem značajnog povećanja efikasnosti produkcionih ciklusa na poljima: odnos input-autput, kvalitet baznog proizvoda i ekologija. Jedan od važnih segmenata tog sistema svakako je redukcija izvorišne koncentracije prašine, sa tendencijom njenog kontrolisanog kretanja u cilju permanentne eliminacije. (Zoranović i sar, 2007; 2017). Nezaobilazni detalj u procesu kontrole kvaliteta vazduha je merenje koncentracije prašine. Najčešće korišćeni principi za merenja su:

- Količinski – konimetrijska, odnosno brojačka metoda (određivanje broja čestica prašine u zapremini vazduha);
- Gravimetrijski – metoda određivanja mase (određivanje mase čestica prašine u zapremini vazduha) i
- Fotometrijski – disperzija svetlosti na česticama prašine.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Za merenje koncentracije prašine na ulazu i izlazu iz vlažnog prečišćavača vazduha (originalno rešenje) korišćen je optički brojač čestica (*OPC -N2 – optical particle counter, sl. 1*) sa mernim opsegom veličine čestica 0,38-17 μ m, intervalom uzimanja uzorka 1,4-10s, ukupnog protoka vazduha od 1.2 L/min, protoka pri uzorkovanju od 22mL/min i maksimalne brzine brojanja od 10 000 čestica u sekundi. OPC-N2 meri veličine čestica PM₁, PM_{2,5} i PM₁₀.

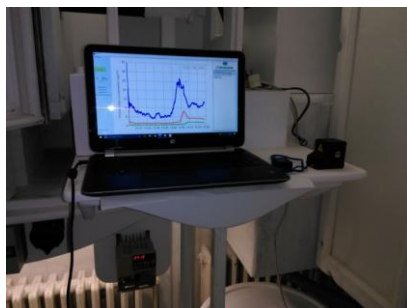


Sl. 1. OPC-N2 optički brojač čestica
Fig. 1. OPC-N2 optical partical counter

OPC-N2 koristi SPI (*Serial Peripheral Interface – serijski periferni interfejs*) za komunikaciju sa računarom, sa kojim je povezan preko USB-a kabela (sl. 2). On meri svetlost laserskog zraka “razbacanu” od strane pojedinačne čestice nošene u uzorku vazdušne struje. Koristi za merenje veličine čestica i njihove koncentracije.



a)

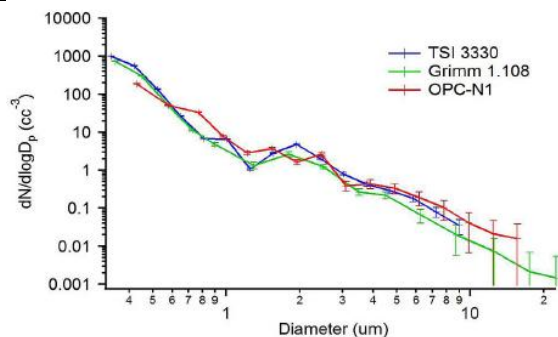


b)

Sl. 2. a) Konekcija OPC-N2 sa računarom b) Merenje sa OPC-N2

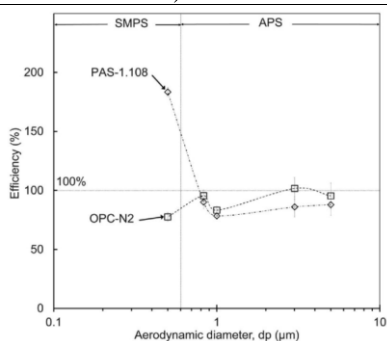
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

OPC-N2 ima značajno nižu cenu (≈400Eur) u odnosu na ostale uređaje na tržištu pa se postavlja logično pitanje njegove efikasnosti u detekciji čestica određenih veličina. *Alphasense*, proizvođač OPC-N2, uporedio je njegovu efikasnost sa uređajima *TSI3330* (cena >10 000Eur) i *Grimm PAS-1.108* (≈12 000Eur). Eksperiment je pokazao vrlo malo odstupanje sl.3. *S. Sousan i sar.* takođe su poredili performanse OPC-N2 i *Grimm PAS-1.108* sa referentnim uređajima (*SMPS – scanning mobility particle sizer* cena > 48 000Eur i *APS3321 – Aerodynamic Particle Scanner* cena ≈ 16 000Eur) sl. 4.

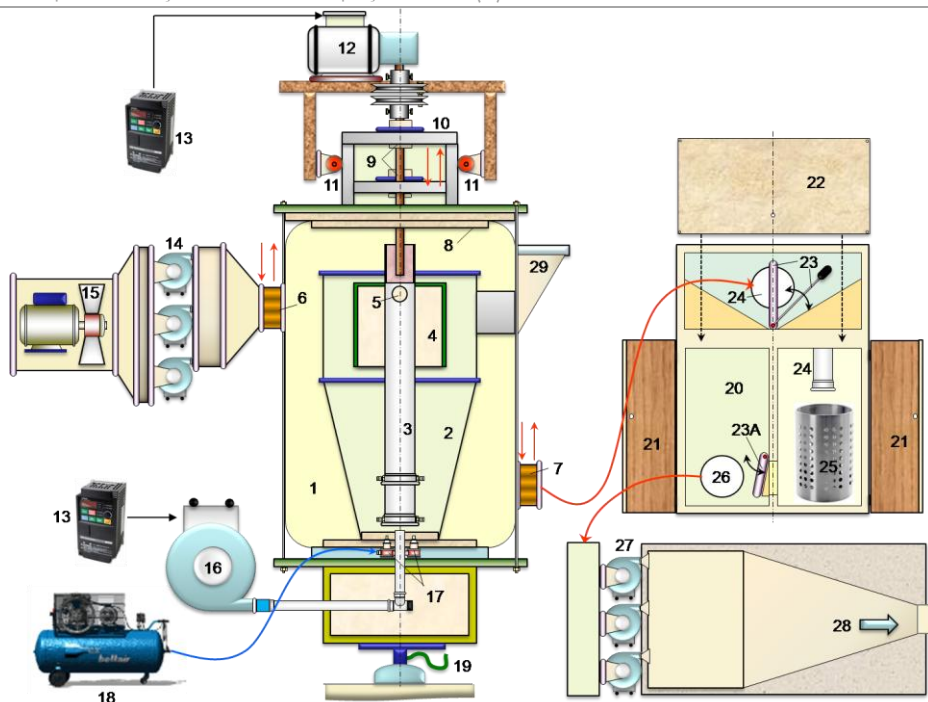


Sl. 3. Uporedno merenje veličine čestica sa TSI3330, Grimm PAS - 1.108 i OPC-N2 (Alphasense)

Fig. 3. Particle size derivative comparison with TSI3330, Grimm PAS - 1.108 i OPC-N2 (Alphasense)



Sl. 4. Poređenje rezultata merenja koncentracije prašine sa OPC-N2, Grimm PAS - 1.108, SMPS i APS3321 (S. Sousan i sar) Fig. 4. Comparison of the measurement of dust concentration with OPC-N2, Grimm PAS - 1.108, SMPS i APS3321 (S. Sousan i sar)



Sl. 5. Laboratorijski dozator prašine, Zoranović, 2017.

1- distribuciona komora prašine, 2- komora za turbulentno mešanje neseeparirane ili separirane prašine, 3- sprovodna cev mešavine „vazduh + prašina“, 4- povratni poklopac težih čestica neseeparirane prašine, 5- otvor za recirkulaciju mešavine, 6- elastični konektor za ulaz ambijentalnog vazduha, 7- elastični konektor za izlaz mešavine, 8- poklopac distribucione komore, 9- radijalni ležajevi, 10- nosač ležajeva, 11- kotrljajući klizači, 12- elektromotor-reduktor, 13- invertori, 14- centrifugalni ventilatori, 15- aksijalni ventilator, 16- centrifugalni ventilator za mešanje vazduha i prašine, 17- raspršivači komprimovanog vazduha, 18- kompresor, 19- tenzometrijska traka, 20- komorica za uzorke, 21- vrata komore za uzorke, 22- poklopac, 23- glavna klapna, 23A- klapna1, 24- usmerivač mešavine, 25- posuda uzorka mešavine, 26- otvor za izlaz mešavine, 27- centrifugalni ventilatori, 28- usmerivač mešavine ka vlažnom filteru, 29- ulaz baznog materijala ili separirane prašine

Fig. 2. Laboratory dust doser, Zoranović, 2017.

1- dust distribution chamber, 2- chamber for turbulent blending of unsorted or separated dust, 3- router tube of the mixture „air+dust“, 4- recirculation tube cover of heavy particles of unsorted dust, 5- hole for mixture recirculation, 6- elastic connector for ambient air inlet, 7- elastic connector for the output of the mixture, 8- cover of distribution chamber, 9- radial bearings, 10- cantilever of bearings, 11- sliding rollers, 12- electromotor-variable speed reducer, 13- frequent inverter, 14- centrifugal fans, 15- axial fan, 16- centrifugal fan for air and dust mixing, 17- atomizer of compressed air, 18- compressor, 19- tensometric tape, 20- sample chamber, 21- doors of the sample chamber, 22- cover, 23- main valve, 23A- valve1, 24- mixture router, 25- sample container, 26- outlet of mixture, 27- centrifugal fans, 28- mixture deflector to scrubbing system, 29- entrance of base material

Na osnovu napred navedenog, merenje koncentracije prašine u ambijentalnom laboratorijskom vazduhu može da se izvede sa zadovoljavajućom tačnošću pomoću OPC-N2.

Ukoliko treba odrediti efikasnost sistema za prečišćavanje ambijentalnog vazduha u laboratoriji potrebno je izvršiti merenje koncentracije prašine pre i nakon tretmana. Druga mogućnost je da se meri koncentracija prašina na ulazu i izlazu iz sistema za prečišćavanje.

U cilju eliminacije izlaganja većim koncentracijama prašine laboratorikjskog osoblja, održavanja čistoće same laboratorije, uz potrebu za zapreminsko ili maseno doziranje prašine na ulazu u sistem za valžno prečišćavanje formiran je originalni dozator prašine sl.5. On može dozirati prašinu direktno iz odabranog materijala, npr. koncentrovane hrane ili već "pripremljene", tj. separirane prašine iz bilo kog izvorišta, kao važnog pojavnog oblika u domenu stočarstva. Njegov zadatak u interakciji sa sistemom za vlažno prečišćavanje vazduha - SVP, je simulacija stepena njegovog uniformnog zagađenja na ulazu SVP-a, u gramima prašine po kubnom metru tretiranog vazduha, (ξ_z , $g \cdot m^{-3}$). Množenjem protoka tretiranog ambijentalnog vazduha u SVP-u (Q_{av} , $m^3 \cdot s^{-1}$), sa stepenog njegovog zagađenja, dobija se koeficijent efikasnosti SVP-a, u gramima prašine po jedinici vremena (χ , $g \cdot s^{-1}$).

Radi stvaranja jasnije i pouzdanije slike o strukturi čestica formirane mešavine potrebno je uraditi mikroskopsku analizu. U tu svrhu formirana je komorica za uzimanje uzoraka (sl. 5. pozicija 20).

ZAKLJUČAK

OPC-N2 i pored značajno niže cene daje podatke sa malim odstupanjem, određenog opsega veličine čestica, u odnosu na ostale uređaje spomenute u ovom radu, tako da se merenje koncentracije prašine u ambijentalnom laboratorijskom vazduhu može izvesti sa zadovoljavajućom tačnošću pomoću njega. Radi stvaranja jasnije i pouzdanije slike o strukturi čestica formirane mešavine poželjno je izvesti mikroskopsku analizu.

LITERATURA

- [1] ASHRAE (1999) HVAC Applications Handbook. ASHRAE, Atlanta, USA
- [2] Bartzanas T, Baxevanou C, Fidaros D, Papanastasiou D, Kittas C. 2010. Airborne particles and microclimate distribution in a livestock building. AgEng 2010 Clermont-Ferrand (France), September 6-8.
- [3] Donham, K.J., P. Haglund, Y. Peterson, R. Rylander and L. Belin. (1989) Environmental and health studies of workers in Swedish swine confinement buildings. *British Journal of Industrial Medicine* 40, p. 31-37.
- [4] Sousan S , Koehler K, Hallett L, and Peters T. (2016) Evaluation of the Alphasense Optical Particle Counter (OPC-N2) and the Grimm Portable Aerosol Spectrometer (PAS-1.108). *Aerosol Sci Technol.* 2016; 50(12): 1352–1365.
- [5] Takai H, Pedersen S, Johnsen J O, Metz J H M, Groot Koerkamp P W G, Uenk G H, Phillips V R, Holden M R, Sneath R W, Short J L, White R P, Hartung J, Seedorf J, Schröder M, Linkert K H, Wathes C M. 1998. Concentrations and Emissions of

- Airborne Dust in Livestock Buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research 70, 59-77.
- [6] Topisirović G. 2002. Proučavanje uticaja različitih ventilacionih sistema na raspodelu koncentracija čestica inhalabilne i respirabilne prašine u objektima za odgoj i završni tov svinja. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija.
- [7] Yushu HE, Baoming LI. 2007. Dust Spatial Distribution in Loose-rearing Pullets House. International Conference on Agriculture Engineering, 2007/10/20-2007/10/22, pp 917-921, Baoding, PEOPLES R CHINA.
- [8] Zoranović M, Potkonjak V, Tomić J. 2007. Dinamičko prečišćavanje vazduha u kontrolisanim uslovima. PTEP 11 (3); p.89-92.
- [9] Zoranović M, Ivanišević M. (2017) Laboratorijski dozartor prašine. Traktori i pogonske mašine 22(5) p 5-12.

LABORATORY MEASUREMENT OF DUST CONCENTRATION ON ENTRANCE AND EXIT OF AIR PURIFYING SYSTEM

Zoranović, M., Ivanišević, M.

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: mladen.ivanisevic@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

Concerns about air quality are more and more commonplace at global level. Livestock facilities are considered the main source of air pollution. Suspended particles are considered the main factor contributing to the degradation of air quality in livestock facilities. Particle Sources are food, bedding, animals and their feces. Organic dust in livestock facilities consists of cereals and other particles of plant origin, animal pants, urine, faeces, microorganisms, etc. Dust particles can carry hazardous substances, such as pathogens of bacteria, viruses, endotoxins and other organic substances. An inevitable detail in the air quality control process is measuring the concentration of dust. The OPC-N2 measures particle size PM1, PM2.5 and PM10. Measurement of dust concentration in ambient laboratory air can be carried out with satisfactory precision using it. To create a more complete image of the structure of the particles of the formed mixture, a microscopic analysis is required.

Key words: OPC-N2, livestock husbandry, dust, laboratory measurement, dust dispenser

Napomena: Ovaj rad je deo istraživanja na projektu TR 31046: „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“ (2011-2018), koji finansira Ministarstvo za nauku i prosvetu Republike Srbije.

Primljeno: 22. 05. 2017. god.

Prihvaćeno: 28. 05. 2017. god.