

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/349669207>

UTICAJNI PARAMETRI NA VRIJEDNOST RELATIVNOG STEPENA PRENOSA KISEONIKA KOD SISTEMA AERACIJE SA UDUVAVANJEM VAZDUHA U VODU INFLUENCE PARAMETERS ON THE VALUE OF THE RELATIVE LEVEL OF...

Conference Paper · November 2020

CITATIONS

0

READS

114

5 authors, including:



Krsto Batinić

University of East Sarajevo

8 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

SEE PROFILE



Goran Orasanin

University of East Sarajevo

22 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

SEE PROFILE



Jovana Blagojevic

University of East Sarajevo

5 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

SEE PROFILE



UTICAJNI PARAMETRI NA VRIJEDNOST RELATIVNOG STEPENA PRENOSA KISEONIKA KOD SISTEMA AERACIJE SA UDUVAVANJEM VAZDUHA U VODU

Stojan Simić¹, Davor Milić², Krsto Batinić³, Goran Orašanin⁴, Jovana Blagojević⁵

Rezime: Relativni stepen prenosa kiseonika u vodi (α -faktor) je bezdimenziona veličina koja predstavlja odnos zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika za otpadnu vodu i zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika za čistu vodu. Mnogobrojna istraživanja do sada provedena pokazuju da α -faktor ima relativno veliki uticaj pri određivanju vrijednosti standardne brzine transporta kiseonika u vodi.

Pri projektovanju sistema aeracije sa uvođenjem vazduha u vodu određivanje tačne vrijednosti relativnog stepena prenosa kiseonika je od izuzetnog značaja. Relativni stepen prenosa kiseonika zavisi od više različitih veličina. U radu su razmatrani parametri koji utiču na vrijednost α -faktora. Najveći uticaj na vrijednost ovog faktor ima sastav otpadne vode, vrsta procesa aeracije, konfiguracija bazena za aeraciju, položaj i raspored distributera vazduha, protok i veličina mjehurova vazduha koji se uvode u vodu.

Ključne riječi: parametri, α -faktor, otpadna voda, čista voda.

INFLUENCE PARAMETERS ON THE VALUE OF THE RELATIVE LEVEL OF OXYGEN TRANSPORT IN AERATION SYSTEMS WITH AIR INJECTION INTO WATER

Abstract: The relative degree of oxygen transfer in water (α -factor) is a dimensionless quantity that represents the ratio of the volume transport coefficient of oxygen for wastewater and the volume transport coefficient of oxygen for clean water. Numerous studies conducted so far show that the α -factor has a relatively large influence in determining the value of the standard rate of oxygen transport in water.

When designing an aeration system with the introduction of air into the water, determining the exact value of the relative degree of oxygen transfer is extremely important. The relative degree of oxygen transfer depends on several different

¹ Prof. dr. Stojan Simić, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, BIH, stojans@modricaoil.com (CA)

² Mr. Davor Milić, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, BIH, davor.milic@ues.rs.ba

³ Dipl. inž. maš., Krsto Batinić, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, BIH, krsto.batinic@ues.rs.ba

⁴ Prof. dr Goran Orašanin, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, BIH, goran.orasanin@ues.rs.ba

⁵ Master, Jovana Blagojević, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, BIH, jovana.blagojevic@ues.rs.ba

quantities. The paper discusses the parameters that affect the value of α -factor. The greatest influence on the value of this factor has the composition of wastewater, the type of aeration process, the configuration of the aeration basin, the position and arrangement of air distributors, the flow and size of air bubbles introduced into the water.

1 UVOD

Aeracija je operacija u obradi voda kojom se gasovita faza, obično vazduh ili kiseonik, i voda dovode u kontakt u cilju ostvarivanja što intenzivnijeg prenosa gasova. Primjenjuje se kako u obradi komunalnih i industrijskih otpadnih voda, tako i u obradi prirodnih voda i pripremi vode za piće [1].

U posljednje vrijeme najčešće se koriste sistemi aeracije sa uduvavanjem vazduha u vodu pomoću uređaja koji se nazivaju aeratori. Postoji veliki broj različitih konstrukcija aeratora sa uduvavanjem vazduha: distributeri vazduha u obliku ploče, cijevi, diska ili kupole, venturi aeratori, mlazni aeratori i dr. Kod sistema sa uduvavanjem vazduha efikasnost transporta kiseonika u bazenu za aeraciju zavisi od više faktora: konstrukcionog rješenja i rasporeda distributera vazduha, geometrije bazena za aeraciju i sastava vode koja se obrađuje. Glavni pokazatelj količine rastvorenog kiseonika u vodi se naziva zapreminski koeficijent transporta kiseonika. Određivanje odgovarajućeg korekcionog faktora zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika u otpadnoj vodi koji predstavlja važnu ulogu u procjeni standardne brzine transporta kiseonika je ključni parametar u sistemima difuzione (dubinske) aeracije, odnosno aeracije sa uduvavanjem vazduha pod pritiskom u vodu.

Cilj rada je da se pokaže koji su uticajni parametri na vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika, kao i zanačaj određivanja njegove tačne vrijednosti pri projektovanju sistema sa uvođenjem vazduha pri biološkoj obradi otpadnih voda.

2 POKAZATELJI EFIKASNOSTI TRANSPORTA KISEONIKA U VODI

Za odvijanje biološkog procesa obrade otpadnih voda sa aktivnim muljem potrebno je obezbijediti dovoljnu količinu kiseonika u svim fazama procesa. Efikasnost prenosa kiseonika u sistemima za obradu otpadnih voda sa aktivnim muljem je od velike važnosti. Pri procesu obrade vode aktivnim muljem najviše energije se troši za obezbjeđivanje potrebne količine kiseonika. Količina energije potrebna za obezbjeđivanje dovoljnog sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi iznosi približno 60% od ukupno zahtijevane energije za biološki tretman vode aktivnim muljem.

Osnovni tehnički pokazatelji rada aeratora sa uduvavanjem vazduha odnosno efikasnosti transporta kiseonika u vodi kod sistema difuzione aeracije su: kapacitet unošenja kiseonika, specifični kapacitet unošenja kiseonika, efikasnost transporta kiseonika, energetska efikasnost transporta kiseonika i pad pritiska po jednom distributeru vazduha. Da bi se mogli odrediti pokazatelji efikasnosti transporta kiseonika u vodi potrebno je prethodno odrediti vrijednost zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika.

Zapreminski koeficijent transporta kiseonika ($k_L a$) je definisan kao proizvod koeficijenta transporta kiseonika u vodi (k_L) i specifične površine kontakata vazduha i vode u procesu aeracije (a):

$$k_L a = k_L \cdot a, \frac{[1]}{[s]} \quad (1)$$

gdje su:

$k_L, \frac{[m]}{[s]}$ - koeficijent transporta kiseonika u vodi,

$a, \frac{[m^3]}{[m^2]}$ - specifična površina kontakta vazduha i vode.

Koeficijent transporta kiseonika u vodi (k_L) zavisi od prečnika mjehura vazduha, brzine kretanja mjehura u vodi, vremena zadržavanja mjehura u vodi, temperature vode i karakteristika vode (površinski napon, dinamička viskoznost, gustina), odnosno:

$$k_L = f(d_B, v_B, \tau_B, T, \sigma, \mu, \rho) \quad (2)$$

Prenos kiseonika u bazenima za aeraciju karakteriše zapreminski koeficijent transporta kiseonika ($k_L a$). Zapreminski koeficijent transporta kiseonika je parametar pomoću koga se određuje intenzitet transporta kiseonika u vodi. U sistemima aeracije gdje se vazduh uvodi u aeracioni bazen pomoću distributera vazduha, glavni parametri koji utiču na vrijednost zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika u čistoj vodi su protok vazduha, raspored i gustina distributera vazduha i dubina uronjenosti distributera u vodu. Uticaj ovih parametara na efikasnost transporta kiseonika zavisi od veličine mjehura vazduha, površine i vremena kontakta mjehura vazduha sa vodom koji u bazenu za aeraciju nije svugdje isto.

Postupak određivanja zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika za čistu vodu je jednostavniji, nego kada je u pitanju otpadna voda. prilikom određivanja zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika za otpadnu vodu bilo da je u pitanju industrijska ili komunalna u obzir se obavezno mora uzeti odgovarajući korekcionni faktor. Korekcionni faktor zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika u otpadnoj vodi naziva se relativni stepen prenosa kiseonika ili α -faktor.

3 KOREKCIONI FAKTOR ZAPREMINSKOG KOEFICIJENTA TRANSPORTA KISEONIKA U OTPADNOJ VODI

Mnogobrojnim analizama je utvrđeno da korekcionni faktor zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika (α -faktor) ima najveći uticaj pri određivanju vrijednosti standardne brzine transporta kiseonika u vodi. Drugi parametri koji utiču na standardnu brzinu transporta kiseonika u vodi, kao što su temperatura, biohemijska potrebna količina kiseonika (opterećenje BPK), zasićenost vode kiseonikom, koncentracija kiseonika i dr. mogu se procijeniti prije projektovanja uređaja za prečišćavanje otpadnih voda. Vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika (α -faktora) teško je odrediti na osnovu podataka iz literature zbog njegove zavisnosti od više različitih veličina.

Relativni stepen prenosa kiseonika predstavlja odnos zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika za otpadnu vodu i zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika za čistu vodu:

$$\alpha = \frac{k_L a_{wastew}}{k_L a_{cleanw}} \quad (3)$$

gdje su:

$k_L a_{wastew}$, $\frac{1}{h}$, - zapreminski koeficijent transporta kiseonika za otpadnu vodu,

$k_L a_{cleanw}$, $\frac{1}{h}$, - zapreminski koeficijent transporta kiseonika za čistu vodu.

Zapreminski koeficijent transporta kiseonika ima manju vrijednost kod otpadnih voda nego kod čiste vode. Prema tome, vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika se kreće između 0 i 1. U tabeli 1. prezentovane su vrijednosti relativnog stepena prenosa kiseonika za neke vrste otpadnih voda.

Tabela 1. Vrijednosti α -faktora za neke vrste otpadnih voda [2]

Vrsta otpadne vode	Vrijednost α -faktora
Otpadne vode iz domaćinstva	0,85
Otpadne vode iz industrije za preradu mlijeka i mliječnih proizvoda	0,82
Otpadne vode iz hemijske industrije	0,7
Otpadne vode iz industrije prerade celuloze i papirne industrije	0,7
Otpadne vode iz industrije za proizvodnju kiselina	0,5

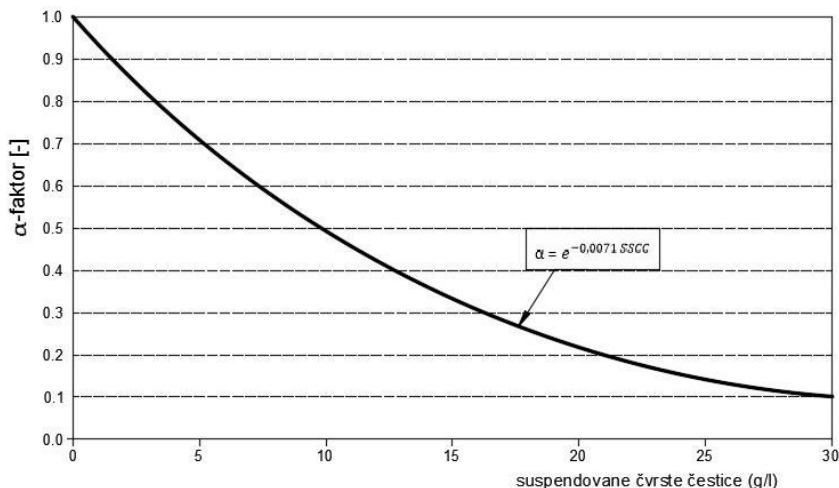
Pri obradi otpadnih voda aktivnim muljem došlo se do određenih zapažanja koja utiču na vrijednost α -faktora i to se može sumirati na sljedeći način:

- Sa povećanjem koncentracije suspendovanih čvrstih čestica u vodi vrijednost α -faktora opada. Najnovija istraživanja pokazuju eksponencijalni pad ovog faktora sa povećanom viskoznosti vode što je posljedica usporenog prenosa kiseonika.
- Sa produženjem vremena zadržavanja aktivnog mulja u vodi vrijednost α -faktora raste. Ovo pojava se pripisuje supstancama koje se nalaze u vodi, tj. rastvorenim površinski aktivnim supstancama, koje negativno utiču na vrijednost α -faktor i bolje se razgrađuju sa porastom stvarne brzine transporta kiseonika u vodi.
- U sistemima klipnog kretanja čiste vode u aeracionim bazenima uticaj α -faktora je minimalan na vrijednost zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika, dok se njegov uticaj povećava za otpadne vode i maksimalan je za najzagađenije otpadne vode. U ovom slučaju, brža razgradnja supstanci koje negativno utiču na prenos kiseonika u vodi koriguje se α -faktorom sa produženjem vremena njihovog zadržavanja u vodi.
- Sistemi za aeraciju sa grubim (krupnim) mješurama vazduha imaju veću vrijednost α -faktora od sistema aeracije sa sitnim (finim) mješurama vazduha. Do ovog dolazi zbog veće brzine obnavljanja krupnih mješurova vazduha u poređenju sa finim mješurama. Ovo ima za posledicu sakupljanje površinski aktivnih supstanci koje negativno utiču na efikasnost prenos kiseonika u vodi.
- Karakteristike otpadnih voda koje se mijenjaju u toku dana ili u danima tokom sedmice dovode do velike razlike vrijednosti α -faktora u istom postrojenju za obradu vode.

- Pored karakteristika otpadnih voda, postoje i biološki faktori, poput proizvodnje vančelijske polimerne supstance (EPS), sadržaja DNK i promjene metabolizma mikroorganizama u aktivnom mulju, koji mogu takođe da utiču na vrijednost α -faktora.

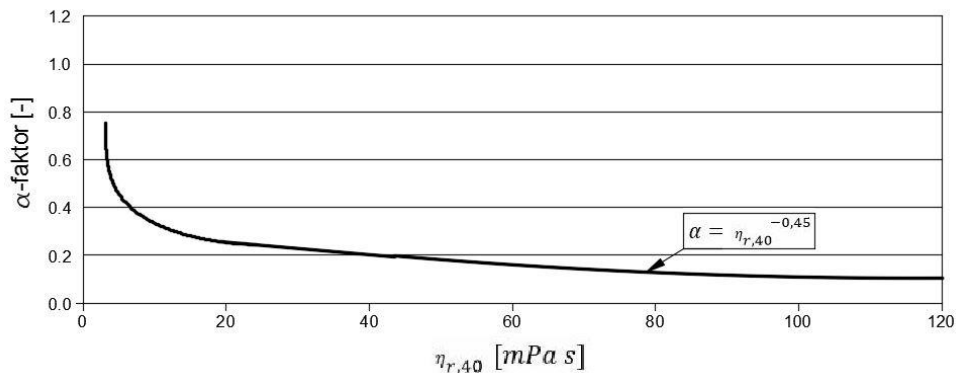
Osim empirijskim izrazima, vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika se određuje u industrijskim, poluindustrijskim i laboratorijskim uslovima za određenu vrstu vode. Kod bazena zatvorenog tipa pri aeraciji sa finim mjehurovima vrijednost α -faktora je manja na mjestu uvođenja vode u bazen, dok prema izlazu ta vrijednost raste. Kod uskih i dugih aeracionih bazena ili kod bazena sa više prolaza uočeno je da se javljaju velike vrijednosti α -faktora u otpadnoj vodi.

Na slici 1. prikazana je zavisnost α -faktora od sadržaja suspendovanih čvrstih čestica u vodi.



Slika 1. Zavisnost α -faktora od sadržaja suspendovanih čvrstih čestica u vodi

Na slici 2. prikazana je zavisnost α -faktora od vrijednosti koeficijenta dinamičke viskoznosti vode pri vrijednosti zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika od 40 s^{-1} .



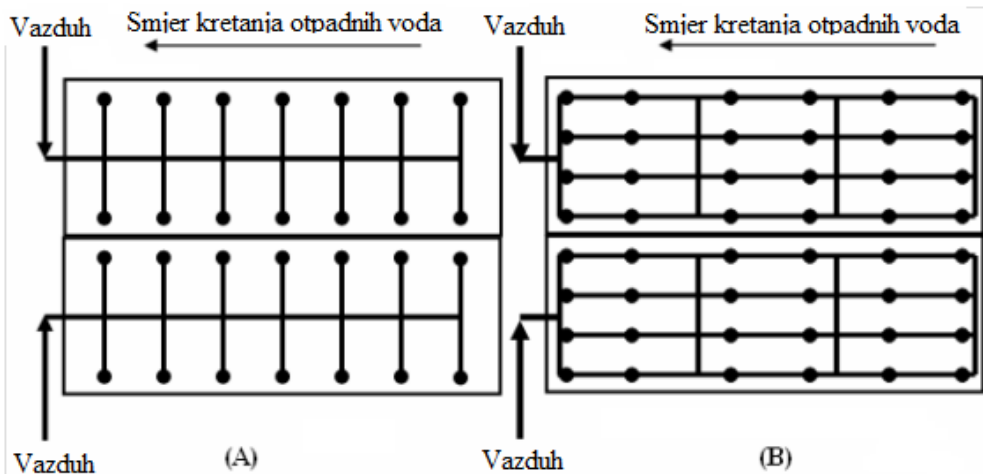
Slika 2. Zavisnost α -faktora od vrijednosti koeficijenta dinamičke viskoznosti vode pri vrijednosti zapreminskog koeficijenta transporta kiseonika od 40 s^{-1}

Zavisnost relativnog stepena prenosa kiseonika na slici 1. i slici 2. važi za slučaj uvođenja finih mjehurova vazduha u bazen za aeraciju distributerom sa perforacijama.

Sa aspekta uvođenja vazduha u vodu, pri dubinskoj aeraciji, na vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika utiče:

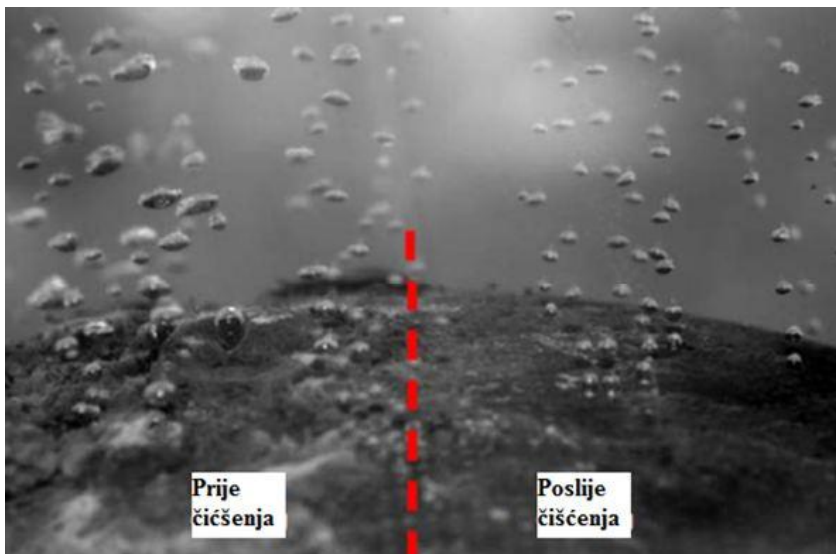
- konstrukcija aeratora za uduvavanje vazduha u vodu (statički ili dinamički),
- materijal od koga je izrađen distributer vazduha (keramika, porozna plastika, materijali za izradu perforiranih membrana i dr.),
- veličina pora i perforacija po površini distributera vazduha,
- zaprljanost pora i perforacija distributera vazduha muljem koji se nalazi u vodi,
- raspored distributera vazduha u bazenu za aeraciju,
- dubina uronjenosti distributera vazduha,
- aeraciona površina distributera vazduha,
- veličina mjehura vazduha koji se uvode u vodu (fini, srednji i grubi),
- brzina kretanja mjehura vazduha u vodi,
- vrijeme zadržavanja mjehura vazduha u vodi,
- površina kontakta između vode i vazduha, i dr

U zavisnosti od geometrijskog oblika bazena za aeraciju, konstrukcionog rješenja aeracionog sistema, i dr. vrši se određivanje rasporeda distributera vazduha u bazenu. Na slici 3. prikazana su dva načina rasporeda distributera vazduha u bazenu za aeraciju.



Slika 3. Raspored distributera vazduha u bazenu za aeraciju: a) poprečni raspored, b) uzdužni raspored

Zaprljanost pora i perforacija distributera vazduha muljem koji se nalazi u vodi utiče na vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika. Na slici 4. prikazana je veličina mjehurova vazduha koji se uvode u vodu prije i poslije čišćenja distributera.



Slika 4. Veličina mjehurova vazduha koji se uvode u vodu prije i poslije čišćenja distributera

Kod projektovanja sistema aeracije sa uvođenjem vazduha u vodu određivanje tačne vrijednosti relativnog stepena prenosa kiseonika je od izuzetnog značaja. Značajno je zato što α -faktor direktno utiče na vrijednost standardne brzine transporta kiseonika u vodi.

4 ZAKLJUČAK

U radu su razmatrani uticajni parametri na vrijednost relativnog stepena prenosa kiseonika, kao i značaj određivanja njegove tačne vrijednosti pri projektovanju sistema sa uvođenjem vazduha pod pritiskom kod obrade otpadnih voda aktivnim muljem. Izvršena istraživanja su pokazala da na vrijednost relativnog stepen prenosa kiseonika utiču: karakteristike vode, geometrijski oblik bazena za aeraciju, visina vodenog stuba u bazenu za aeraciju, vrsta procesa aeracije, konstrukcione karakteristike distributera vazduha, položaj i raspored distributera vazduha, protok vazduha kroz distributer, začepljenje muljem pora i perforacija na distributeru vazduha, i dr.

Relativni stepen prenosa kiseonika potrebno je odrediti prije projektovanja sistema aeracije sa uvođenjem vazduha pod pritiskom u vodu. Na osnovu vrijednosti α -faktora vrši se proračun standardne brzine transporta kiseonika u vodi koja predstavlja ključni parametar na osnovu koga se određuje efikasnost sistema difuzione aeracije.

LITERATURA

- [1] Stanojević, M., Simić, S., Radić, D., Jovović, A. (2013). Primena gasova u tretmanu voda, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo.
- [2] Al-Ahmady, K. K. (2006). Analysis of Oxygen Transfer Performance on Subsurface Aeration Systems, International Journal of Environmental Research and Public Health, 3(3), p. 301-308.