

AERATORIŲ MONTAVIMO BŪDO IR NUOTEKŲ VALYKLOS KONSTRUKCIJOS ĮTAKA AERAVIMO SISTEMŲ DARBUI

Ala Sokolova¹, Mindaugas Rimeika²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹ala.kirjanova@vgtu.lt; ²mindaugas.rimeika@vgtu.lt

Santrauka. Darbe ištirta vamzdinio difuzoriaus montavimo būdo, aerotanko konstrukcijos ir nejudančios įkrovos buvimo įtaka aeravimo sistemų, naudojamų mažuose nuotekų valymo įrenginiuose, darbo parametrų. Nustatyta, kad sumontavus vamzdinį difuzorių vertikaliai, aeravimo sistemos standartinis oksidacinis pajėgumas sumažėja maždaug 20 %, o standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas – 25 %, lyginant su horizontaliu šio difuzoriaus montavimu. Taip pat nustatyta, kad aerotanko konstrukcija turi įtakos aeravimo sistemos darbui: iš bandymų rezervuaro išėmus centrinį vamzdį, kuriame montuojamas difuzorius, aeravimo sistemos standartinis oksidacinis pajėgumas ir standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas padidėja maždaug 20 %. Bandymų metu nustatyta, kad nejudančios įkrovos buvimas aerotanke neturi įtakos aeravimo sistemos darbui. Bandymais taip pat palygintas dviejų rinkoje egzistuojančių ir mažuose nuotekų valymo įrenginiuose naudojamų difuzorių darbas. Nustatyta, kad mažuose nuotekų valymo įrenginiuose naudojamų difuzorių darbo parametrai gali gerokai skirtis.

Reikšminiai žodžiai: aeravimas, deguonies perdavimas, difuzorius, aerotanko konstrukcija, nejudanti įkrova, nuotekų valymas, maži nuotekų valymo įrenginiai.

Įvadas

Aerobinis nuotekų valymas yra vienas iš pasaulyje dažniausiai taikomų nuotekų valymo būdų. Jis pagrįstas tuo, kad mikroorganizmai, esantys veikliajame dumble, savo gyvybinėms funkcijoms palaikyti naudoja nuotekose esančius teršalus, o šiems teršalams oksiduoti – deguonį. Tačiau deguonis dėl blogo tirpumo vandenyje negali būti pasisavintas tiesiai iš oro, todėl dideliems deguonies kiekiams perduoti naudojami specialūs prietaisai, vadinami aeratoriais. Šiuo metu pasaulyje nuotekoms aeruoti dažniausiai naudojami panardinamieji difuzoriai – prietaisai, montuojami tam tikru atstumu (dažniausiai prie pat aerotanko dugno) nuo vandens lygio aerotanke, į kuriuos oras tiekiamas orapūtėmis oro tiekimo vamzdžiais (Metcalf, Eddy 2003; Dauknyš *et al.* 2009).

Aerobiniai nuotekų valymo procesai reikalauja didelių elektros energijos sąnaudų. Dažnai išlaidos elektros energijai sudaro trečdalį visų nuotekų valyklos eksploataavimo sąnaudų, o išlaidos elektros energijai, reikalingai aeruoti, – 60–65 % visų elektros energijos išlaidų (Duchene *et al.* 2001; Vabolienė *et al.* 2007).

Taigi aeravimo sistema turi atitikti du pagrindinius reikalavimus: pirma, ji į aerotanką turi įterpti tokį deguonies kiekį, kad ištirpusio deguonies koncentracija nuotekose niekada netaptų kritiniu veiksniu, darančiu įtaką aerotanko darbui; antra, aeravimo sistemos elektros energijos suvartojimas turi būti kiek galima mažesnis, tačiau toks, kad neblogintų valymo proceso efektyvumo (Casey

1997). Ištirpusio deguonies kiekis įrenginiuose kontroliuojamas rankiniu būdu arba automatiškai.

Aeravimo sistemos darbas priklauso nuo daugelio veiksnių – difuzorių tipo, dydžio, formos, difuzorių išdėstymo tankio, tiekiamo oro debito, difuzoriaus panardinimo gylio, aerotanko geometrijos ir difuzoriaus montavimo vietos, nuotekų charakteristikų, dumblo amžiaus, difuzorių būklės (Deronzier *et al.* 1998; Duchene *et al.* 2001; Gillot, Heduit 2008; Metcalf, Eddy 2003; Rosso *et al.* 2008a; Rosso *et al.* 2008b; Wagner, Popel 1998).

Šio darbo tikslas – ištirti tam tikrų veiksnių (vamzdinio difuzoriaus montavimo būdo, aerotanko konstrukcijos, nejudančios įkrovos buvimo) įtaką aeravimo sistemų, naudojamų mažuose nuotekų valymo įrenginiuose, darbo parametrų ir palyginti dviejų mažuose nuotekų valymo įrenginiuose naudojamų difuzorių darbo charakteristikas.

Vamzdiniai difuzoriai pagal gamintojų rekomendacijas turi būti montuojami horizontaliai. Tačiau gaminant mažus nuotekų valymo įrenginius, konstrukciniu požiūriu gali būti patogiau difuzorių montuoti vertikaliai. Todėl šiame darbe siekiama palyginti, kaip skiriasi to paties vamzdinio difuzoriaus darbo charakteristikos, sumontuoto vertikaliai ir horizontaliai.

Kadangi maži nuotekų valymo įrenginiai gaminami įvairių konstrukcijų, šiame darbe taip pat norima patikrinti, ar rezervuaro konstrukcija (t. y. centrinio vamzdžio buvimas) gali turėti įtakos aeravimo sistemos darbo parametrų.

I. Y. Jing ir kt. (2009) tyrė birios įkrovos įtaką deguonies perdavimui reaktoriuje su judančiu laikmeniu (angl. *Moving Bed Biological Reactor*) ir nustatė, kad reaktoriuje su įkrova deguonies perdavimo koeficientas ir standartinis oksidacinis pajėgumas buvo geresni, negu nesant įkrovos, o geriausi rezultatai pasiekti (dvigubai didesnis oksidacinis pajėgumas), kai įkrova užima 40 % reaktoriaus tūrio. Tuo tarpu šiame darbe siekiama patikrinti, kaip aeravimo sistemos darbo parametrus veikia nejudančios įkrovos buvimas aerotanke.

Tyrimo objektas ir metodika

Tyrimams naudoti vamzdinis smulkiaburbulis membraniškas difuzorius, susidedantis iš dviejų dalių: guminės EPDM membranos ir ją laikančios konstrukcijos – polipropileno vamzdžio (1 pav., a) ir diskinio difuzoriaus (1 pav., b).

Vamzdinio difuzoriaus gamintojas – *Jäger Umwelt-Technik GmbH & Co. KG*, Vokietija. Difuzoriaus efektyvusis (perforuotas) ilgis yra 360 mm, bendras ilgis – 420 mm, skersmuo – 63 mm. Kadangi bandymams reikėjo 180 mm ilgio vamzdinio difuzoriaus, 360 mm ilgio difuzorius veržtuvu buvo padalytas į dvi lygias dalis po 180 mm, ir oras buvo tiekiamas tik į vieną dalį.

Diskinis difuzorius susideda iš dviejų dalių: guminio korpuso ir guminės aklės. Oras orapūte tiekiamas į difuzoriaus centrą, atsimušęs į guminę aklę oras kyla į viršų per skylutes. Difuzoriaus skersmuo yra 73 mm, disko aukštis – 10 mm. Difuzoriuje padaryta 20 skylučių, per kurias oras tiekiamas į įrenginį, kiekvienos skylutės skersmuo yra 3 mm. Difuzoriaus gamintojas nenurodytas.



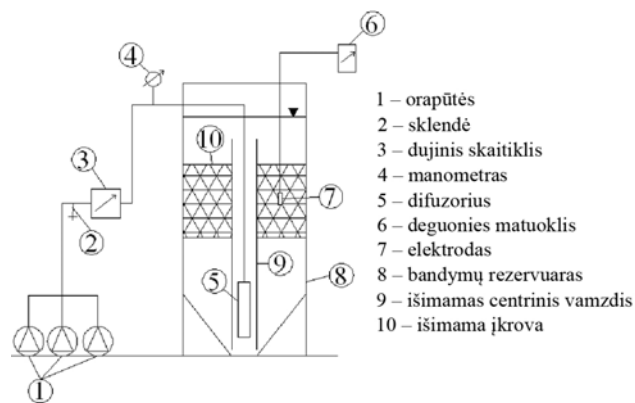
1 pav. Tirtieji difuzoriai: vamzdinis (a), diskinis (b)
Fig. 1. Analyzed diffusers: tube diffuser (a), disc diffuser (b)

Tyrimai buvo atliekami į difuzorių tiekiant skirtingą oro debitą. Tam buvo naudotos skirtingų galių orapūtės – 51, 95 ir 115 vatų (W). Bandymų metu orapūtės dirbo maksimaliu pajėgumu, tačiau tam tikrais atvejais tiekiamas oro kiekis buvo reguliuojamas oro tiekimo vamzdžio sklende. Siekiant iširti difuzorių darbą esant didesniems oro debitams, negu gali užtikrinti galingiausia orapūtė, buvo lygiagrečiai sujungiamos kelios orapūtės.

Tyrimai atlikti 0,8 m skersmens ir 1,82 m aukščio veikliojo dumblo rezervuare 8 (2 pav.), kuris yra rinkoje egzistuojančio mažo valymo įrenginio kopija. Rezervuare

įdėta plastikinė vamzdinė įkrova 10, kurios aukštis 0,6 m, ir sumontuotas 0,2 m skersmens centrinis vamzdis 9, kuris saugo difuzorių 5. Realiomis sąlygomis šiuo vamzdžiu dalis nusėdusio dumblo difuzoriaus sukeltu oro srautu pakeliama į viršų ir grąžinama atgal į aerotanką, per jį taip pat periodiškai išsiurbiamas perteklinis dumbblas. Difuzorius tvirtinamas prie standaus oro tiekimo vamzdžio. Visų bandymų metu vandens lygis įrenginyje buvo 1,65 m.

Bandymų standas pavaizduotas 2 pav.

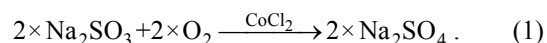


2 pav. Bandymų standas
Fig. 2. Test-bed

Tyrimai ir skaičiavimai atlikti vadovaujantis Lietuvos standartu LST EN 12255–15:2004 „Nuotekų valyklos. 15 dalis. Švaraus vandens deguoninimo matavimai veikliojo dumblo įrenginių aeravimo rezervuaruose“ ir Statybos techniniu reglamentu STR 2.02.05:2004 „Nuotekų valyklos. Pagrindinės nuostatos“, 7 skyrius.

Siekiant nustatyti aeratorių deguonies perdavimo efektyvumą, buvo atliekami absorbcijos bandymai: iš pradžių ištirpęs vandenyje deguonis buvo pašalintas įterpus į vandenį natrio sulfitą Na_2SO_3 , tada vanduo buvo aeruojamas tol, kol ištirpusio deguonies koncentracija nenustodavo didėti, t. y. pasiekiami soties koncentracija. Tada pagal gautus duomenis buvo apskaičiuojami aeravimo sistemos darbo parametrai.

Bandymai buvo atliekami naudojant geriamąjį vandenį, tiekiamą iš Antavilių vandenvietės. Natrio sulfito cheminė reakcija su vandenyje ištirpusiu deguonimi vyksta pagal (1) lygtį:



Bandymai naudojant tą patį vandenį buvo atliekami tol, kol vandens savitasis elektros laidis dėl druskų koncentracijos padidėjimo neviršijo 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kai savitasis elektros laidis buvo arti ribinės reikšmės, vanduo buvo keičiamas nauju ir tyrimai tęsimi toliau.

Reakcijoms paspartinti prieš bandymus į vandenį buvo įterptas kobalto chloridas, kurio dozė pagal Co^{+2} yra 0,5 mg/l. Kobalto chloridas į tą patį vandenį, kuriame atliekami bandymai, buvo pilamas tik kartą.

Bandymai buvo atliekami tokia tvarka (po kobalto chlorido įterpimo):

- sklende ant oro tiekimo vamzdžio reguliuojama, kiek oro bus tiekama į bandymų rezervuarą. Kiekvieno oro debito bandymai buvo pakartoti du kartus;
- išmatuojama ištirpusio deguonies koncentracija vandenyje (deguonies matuoklio matavimų paklaida $\pm 0,5\%$) ir savitasis elektros laidis;
- pagal išmatuotą ištirpusio deguonies koncentraciją nustatomas reikiamas natrio sulfito kiekis, jis supilamas į įrenginį ir išmaišomas siekiant pašalinti ištirpusį deguonį;
- nustatomas skaičiuojamasis vandens lygis, vandens temperatūra (matuota deguonies matuokliu, jo temperatūros matavimo paklaida $\pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$), savitasis elektros laidis, atmosferos slėgis, oro temperatūra;
- įjungiami orapūtė ir matuojama ištirpusio deguonies koncentracija (deguonies matuoklio elektrodas buvo panardintas ties įrenginio viduriu pagal gylį, per vidurį tarp centrinio vamzdžio ir išorinės sienutės). Kai ištirpusio deguonies koncentracija pakyla iki 1,0–1,5 mg/l, fiksuojamas laikas, dujinio skaitiklio rodmenys, oro slėgis;
- tada lygiais laiko intervalais fiksuojama ištirpusio deguonies koncentracija;
- kai ištirpusio deguonies koncentracija nebekyla, užrašomi dujinio skaitiklio rodmenys, orapūtė išjunginama, matavimai nutraukiami;
- pabaigus bandymus dar kartą nustatomas skaičiuojamasis vandens lygis, vandens temperatūra, savitasis elektros laidis.

Naudojantis bandymų metu gautais duomenimis, apskaičiuojamos tokios standartinės difuzorių darbo charakteristikos (t. y. nustatytos šviriame vandenyje ir perskaičiuotos į standartinės sąlygas: vandens temperatūra $20\text{ }^\circ\text{C}$, atmosferos slėgis 1013 hPa):

- standartinis oksidacinis pajėgumas (angl. *Standard Oxygen Transfer Rate*);
- standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas (angl. *Specific Standard Oxygen Transfer Efficiency*).

Standartinis oksidacinis pajėgumas (*SOP*) yra deguonies kiekis, tiekiamas per vieną valandą į rezervuarą, pripildytą švaraus vandens, esant standartinėms sąly-

goms. *SOP* kiekvienam oro debitui apskaičiuojamas pagal formulę:

$$SOP = V \cdot k_L a_{20} \cdot C_{(S),20}, \text{ g O}_2/\text{h}; \quad (2)$$

čia V – vandens tūris įrenginyje, m^3 ; $k_L a_{20}$ – deguonies perdavimo koeficientas, perskaičiuotas į standartinės sąlygas, $1/\text{h}$; $C_{(S),20}$ – vandens prisotinimo deguonimi koncentracija, perskaičiuota į standartinės sąlygas, mg/l .

Standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas (*SDIE*) rodo, kiek procentų nuo tiekto deguonies ištirpin-ta vandenyje per vieną difuzoriaus panardinimo gylio metrą. *SDIE* apskaičiuojamas pagal formulę:

$$SDIE = \frac{SOP}{10 \cdot h_D \cdot Q \cdot 0,299}, \text{ \%}/\text{m}; \quad (3)$$

čia h_D – difuzoriaus panardinimo gylis, m ; Q – tiekiamas oro debitas, Nm^3/h .

Tiekiamojo oro debitas (Q) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q = \frac{W_a \cdot 60}{t_a}, \text{ Nm}^3/\text{h}, \quad (4)$$

čia W_a – pasiurbto oro kiekis per t_a trukmę, perskaičiuotas į standartinės sąlygas, Nm^3 ; t_a – aeravimo trukmė, min .

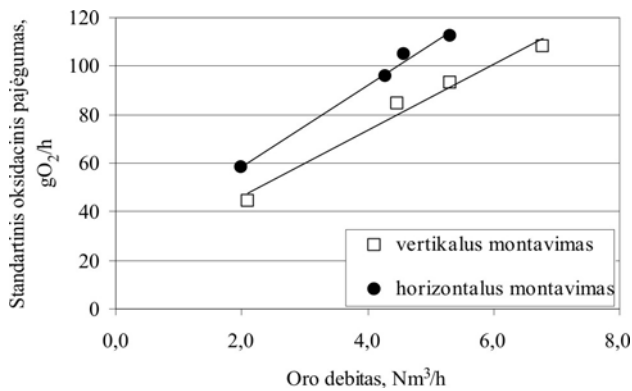
Visi (2) ir (3) formulėse taikomi dydžiai apskaičiuojami pagal formules, pateiktas Lietuvos standarte LST EN 12255-15 „Nuotekų valyklos. 15 dalis. Švaraus vandens deguoninimo matavimai veikliojo dumblo įrenginių aeravimo rezervuaruose“.

Tyrimų rezultatai

Bandymų metu palyginta, kaip skiriasi to paties vamzdinio difuzoriaus darbo charakteristikos, sumontuoto vertikaliai ir horizontaliai. Tam buvo atlikti vandens deguoninimo bandymai su 180 mm ilgio vamzdiniu difuzoriumi, sumontuotu horizontaliai ir vertikaliai. Bandymai buvo atlikti rezervuare, išėmus iš jo centrinį vamzdį ir įkrovą. Vamzdinių difuzorių darbo priklausomybė nuo jų montavimo būdo pavaizduota 3–4 pav.

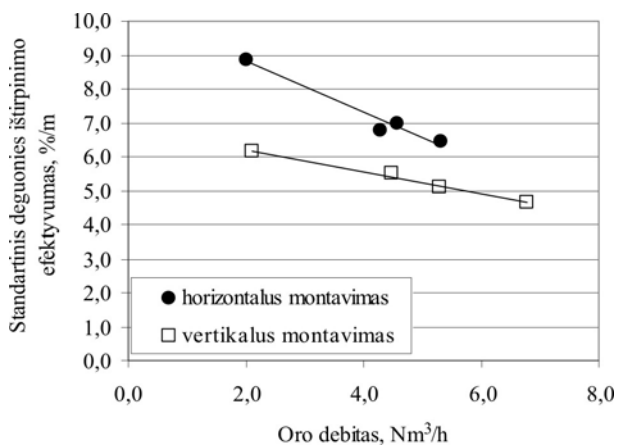
Iš 3–4 pav. matyti, kad sumontavus vamzdinį difuzorių vertikaliai, jo standartinis oksidacinis pajėgumas sumažėja maždaug 20 %, o standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas – maždaug 25 %, lyginant su horizontaliu šio difuzoriaus montavimu.

Bandymų metu taip pat buvo nustatyta, kokią įtaką aeravimo sistemos darbui turi aerotanko konstrukcija. Visų bandymų metu tyrimai buvo atliekami rezervuare, kuris yra sumažinta rinkoje egzistuojančio mažo nuotekų valymo įrenginio kopija. Būtent ši aerotanko konstrukcija ir



3 pav. Standartinio oksidacinio pajėgumo priklausomybė nuo vamzdinio difuzoriaus montavimo būdo

Fig. 3. The impact of the way of mounting tube diffuser on standard oxygen transfer rate



4 pav. Standartinio deguonies ištirpinimo efektyvumo priklausomybė nuo vamzdinio difuzoriaus montavimo būdo

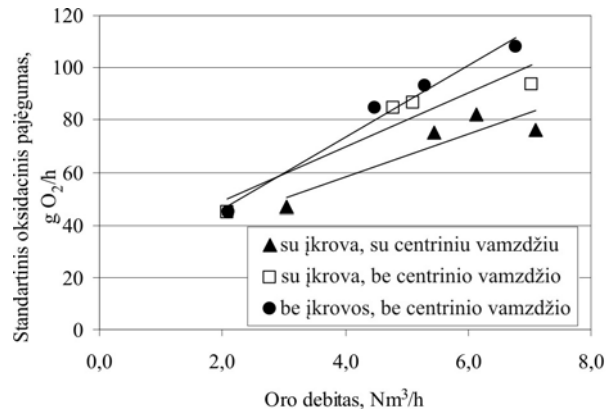
Fig. 4. The impact of the way of mounting tube diffuser on standard oxygen transfer efficiency

privertė susimąstyti, ar aerotanko konstrukcija gali turėti įtakos aeravimo sistemos darbo parametrams. Kadangi difuzorius yra centriniame vamzdyje, tiekiamas oras ne iš karto paskleidžiamas vandens tūryje – didelė dalis oro pirmiausia turi pakilti centriniu vamzdžiu į paviršių, o tai gali sumažinti aeravimo sistemos efektyvumą.

Aerotanko konstrukcijos įtakai įvertinti buvo atlikti bandymai, naudojant 180 mm ilgio vertikaliai sumontuotą vamzdinį difuzorių aerotanke su centriniu vamzdžiu ir nesant centrinio vamzdžio. Bandymų metu aerotanke įdėta nejudanti įkrova.

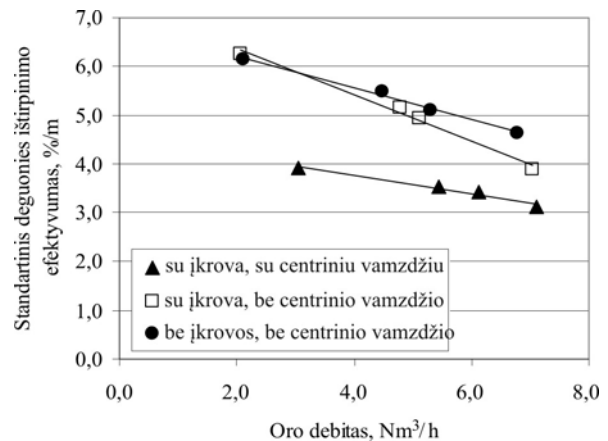
Taip pat buvo patikrinta, kaip difuzoriaus darbo parametrus veikia nejudančios įkrovos buvimas aerotanke. Tam atlikti tyrimai, naudojant 180 mm ilgio vertikaliai sumontuotą vamzdinį difuzorių, kai aerotankas yra su įkrova ir be įkrovos. Šie bandymai buvo atliekami išėmus iš aerotanko centrinį vamzdį.

Difuzorių darbo parametrų priklausomybė nuo aerotanko konstrukcijos ir nejudančios įkrovos buvimo aerotanke pavaizduota 5 ir 6 pav.



5 pav. Standartinio oksidacinio pajėgumo priklausomybė nuo aerotanko konstrukcijos ir nejudančios įkrovos buvimo

Fig. 5. The impact of the design of an aeration tank and the presence of a fixed carrier on standard oxygen transfer rate



6 pav. Standartinio deguonies ištirpinimo efektyvumo priklausomybė nuo aerotanko konstrukcijos ir nejudančios įkrovos buvimo

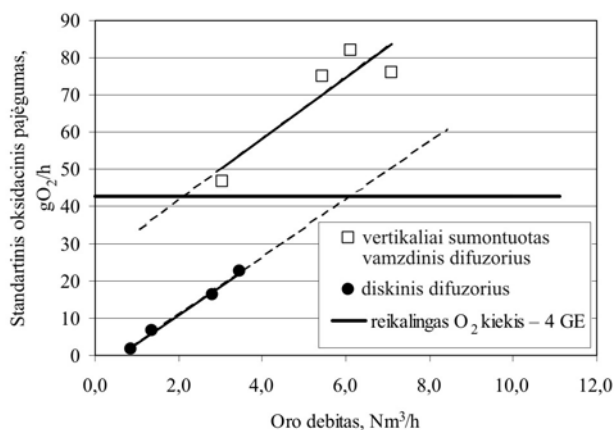
Fig. 6. The impact of the design of an aeration tank and the presence of a fixed carrier on standard oxygen transfer efficiency

Iš 5–6 pav. matyti, kad iš bandymų rezervuaro išėmus centrinį vamzdį, aeravimo sistemos standartinis oksidacinis pajėgumas ir standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas padidėja maždaug 20 %.

Vertinant nejudančios įkrovos buvimo aerotanke įtaką, matyti, kad jos buvimas neturi įtakos aeravimo sistemos darbui: aeravimo sistemos darbo charakteristikos tokios pačios, kai aerotankas yra su įkrova ir be įkrovos. Įkrova buvo padaryta iš polietileno, analogiška, kokią naudoja dauguma įrenginių gamintojų realiuose įrenginiuose. Konstrukcija sudaryta iš suvirintų tinklo formos polietileningų vamzdžių, sujungtų į modulį, vamzdžiai pasvirę 60° kampu. Modulių skaičius priklauso nuo įrenginių dydžio.

Bandymų metu taip pat buvo palygintas dviejų rinkoje egzistuojančių ir mažuose nuotekų valymo įrenginiuose naudojamų difuzorių (vertikaliai sumontuotas 180 mm ilgio vamzdinis difuzorius ir 73 mm skersmens diskinis difuzorius) standartinis oksidacinis pajėgumas. Bandymai buvo atliekami rezervuare su centriniu vamzdžiu ir įkrova. Remiantis ankstesnių tyrimų rezultatais, galima teigti, kad atliekant bandymus rezervuare be centrinio vamzdžio, standartinio oksidacinio pajėgumo reikšmės būtų maždaug 20 % didesnės.

Abiejų difuzorių standartinio oksidacinio pajėgumo kreivės pavaizduotos 7 pav. Diskinio difuzoriaus standartinis oksidacinis pajėgumas yra maždaug 65 % mažesnis negu vamzdinio difuzoriaus. Taip yra dėl to, kad diskinio difuzoriaus efektyvusis (perforuotas) plotas yra maždaug 8 kartus mažesnis negu vamzdinio difuzoriaus. Be to, diskiniame difuzoriuje skylutės, per kurias tiekiamas oras, yra daug didesnės ir jų yra daug mažiau negu vamzdiniam difuzoriuje.



7 pav. Rinkoje egzistuojančių difuzorių standartinis oksidacinis pajėgumas

Fig. 7. Standard oxygen transfer rate of two diffusers being used in small wastewater treatment plants

Valant nuotekas, susidarancias vienos šeimos (t. y. 4 GE) gyvenamajame name, aeravimo sistemos standartinis oksidacinis pajėgumas, apskaičiuotas pagal A. Matuzevičiaus „Rekomendacijas biologiniams valymo įrenginiams projektuoti“ (2000), turi būti 42,8 g O₂/h. Iš 7 pav. matyti, kad tokį deguonies poreikį vertikaliai sumontuotas vamzdinis difuzorius užtikrina esant maždaug 2 Nm³/h tiekiamo oro debitui. Tuo tarpu diskinis difuzorius tokį oro kiekį tiekis, tik kai tiekiamo oro debitas bus lygus maždaug 6 Nm³/h. Taigi, diskiniam difuzoriui tam pačiam oro kiekiui tiekti reikės galingesnės orapūtės, dėl to, naudojant šį difuzorių, aeravimo išlaidos bus didesnės.

Visų bandymų metu didinant tiekiamo oro debitą, difuzorių standartinis oksidacinis pajėgumas didėjo, o standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas mažėjo.

Išvados

1. Didinant tiekiamo oro debitą, difuzorių standartinis oksidacinis pajėgumas didėja, o standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas mažėja.
2. Vertikaliai sumontuoto vamzdinio difuzoriaus standartinis oksidacinis pajėgumas sumažėja maždaug 20 %, o standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas – maždaug 25 %, lyginant su horizontaliai sumontuotu difuzoriumi.
3. Aerotanko konstrukcija turi įtakos aeravimo sistemos darbui: iš bandymų rezervuaro išėmus centrinį vamzdį, aeravimo sistemos standartinis oksidacinis pajėgumas ir standartinis deguonies ištirpinimo efektyvumas padidėja maždaug 20 %.
4. Nejudančios įkrovos buvimas aerotanke neturi įtakos aeravimo sistemos darbui.
5. Palyginus dviejų rinkoje esančių ir mažuose nuotekų valymo įrenginiuose naudojamų difuzorių darbą, paaiškėjo, kad diskinio difuzoriaus standartinis oksidacinis pajėgumas yra maždaug 65 % mažesnis negu vertikaliai sumontuoto vamzdinio difuzoriaus.
6. Deguonies poreikį, reikalingą valant nuotekas iš vienos šeimos gyvenamojo namo (4 GE), vertikaliai sumontuotas vamzdinis difuzorius užtikrins esant 2 Nm³/h tiekiamo oro debitui, tuo tarpu diskinis – esant 6 Nm³/h oro debitui. Todėl naudojant diskinių difuzorių tam pačiam oro kiekiui tiekti reikės galingesnės orapūtės ir didesnių eksploatacinių sąnaudų.

Nuoširdžiai dėkojame VGTU Vandentvarkos mokomosios laboratorijos vedėjui Tomui Žemaičiui už visokeriopą pagalbą rengiant straipsnį ir atliekant tyrimo darbus.

Literatūra

- Casey, T. J. 1997. *Unit Treatment Processes in Water and Wastewater Engineering* [Valymo procesai vandens ir nuotekų inžinerijoje]. Chichester: John Wiley and Sons. 280 p.
- Daunys, R.; Vabolienė, G.; Valentukevičienė, M.; Rimeika, M. 2009. Influence of substrate on biological removal of phosphorus *Ekologija* 55(3–4): 220–225.
- Deronzier, G.; Duchene, Ph.; Heduit, A. 1998. Optimization of Oxygen Transfer in Clean Water by Fine Bubble Diffused Air System and Separate Mixing in Aeration Ditches, *Water Science and Technology* 38(3): 35–42. doi:10.1016/S0273-1223(98)00449-1

- Duchene, Ph.; Cotteux, E.; Capela, S. 2001. Applying fine bubble aeration to small aeration tanks, *Water Science and Technology* 44(2–3): 203–210.
- Gillot, S.; Heduit, A. 2008. Prediction of Alpha Factor Values for Fine Pore Aeration Systems, *Water Science and Technology* 57(8): 1265–1269. doi:10.2166/wst.2008.222
- Jing, J. Y.; Feng, J.; Li, W. Y. 2009. Carrier Effects on Oxygen Mass Transfer Behavior in a Moving-Bed Biofilm Reactor, *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering* 4: 618–623. doi:10.1002/apj.302
- LST EN 12255–15:2004 Nuotekų valyklos. 15 dalis. Švaraus vandens deguoninimo matavimai veikliojo dumblo įrenginių aeravimo rezervuaruose. Vilnius, 2004. 16 p.
- Matuzevičius, A. B. 2000. *Rekomendacijos biologinio valymo įrenginiams projektuoti*. Vilnius. 28 p.
- Metcalf; Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* [Nuotekų inžinerija: valymas ir pakartotinis naudojimas]. 4th edition. Boston: McGraw-Hill. 1819 p.
- Rosso, D.; Larson, L. E.; Stenstrom, M. K. 2008. Aeration of Large-Scale Municipal Wastewater Treatment Plants: State of the Art, *Water Science and Technology* 57(7): 973–978. doi:10.2166/wst.2008.218
- Rosso, D., et al. 2008. Membrane Properties Change in Fine-Pore Aeration Diffusers: Full-Scale Variations of Transfer Efficiency and Headloss, *Water Research* 42: 2460–2468. doi:10.1016/j.watres.2008.01.014
- STR 2.02.05:2004 Nuotekų valyklos. Pagrindinės nuostatos. Vilnius, 2004. 81 p.
- Vaboliienė, G.; Matuzevičius, A. B.; Valentukevičienė, M. 2007. Effect of nitrogen on phosphate reduction in biological phosphorus removal from wastewater, *Ekologija* 53(1): 80–88.
- Wagner, M. R.; Popel, H. J. 1998. Oxygen Transfer and Aeration Efficiency – Influence of Diffuser Submergence, Diffuser Density, and Blower Type, *Water Science and Technology* 38(3): 1–6. doi:10.1016/S0273-1223(98)00445-4

THE INFLUENCE OF AERATOR MOUNTING AND WASTEWATER TREATMENT PLANT DESIGN ON THE PERFORMANCE OF AERATION SYSTEMS

A. Sokolova, M. Rimeika

Abstract

The paper analyzes the impact of the way of mounting a tube diffuser, the design of an aeration tank and the presence of a fixed carrier on the operational parameters of aeration systems used in small wastewater treatment plants. It was found out that the vertically mounted tube diffuser decreased standard oxygen transfer rate (SOTR) of the aeration system by approximately 20% and standard oxygen transfer efficiency (SOTE) by 25% comparing to the horizontally mounted tube diffuser. It was also defined that the design of the aeration tank might have an impact on the operation parameters of the aeration system: when the centre shell used to protect a diffuser was dismantled from a test tank, SOTR and SOTE increased by approximately 20%. It was also established that the presence of the fixed carrier in the aeration tank did not have an impact on the performance of aeration systems. Finally, research was carried out to compare the operational parameters of two diffusers of different types offered on the market and used in small wastewater treatment plants. It was found out that the performance different type diffusers might vary considerably.

Keywords: aeration, oxygen transfer, diffuser, design of an aeration tank, fixed carrier, wastewater treatment, small wastewater treatment plants.