

ČIURKŠLINIO SIURBLIO PULSUOJANČIO SPIRALINIO SŪKURIO FORMAVIMAS IR TYRIMAS

Vladas Vekteris¹, Andrius Styra², Vytautas Striška³

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹vladas.vekeris@vgtu.lt; ²andrius.styra@vgtu.lt; ³vytautas.striska@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje tyrinėjamas spiralinio sūkuriu formavimas ir taikymas skysčio aeratoriuose. Vizualiniu metodu išbandytos trys naujos srautinių čiurkšlinių siurblių konstrukcijos. Parodyta, kad čiurkšliniu siurbliu su menteliniu skysčiu užsukimu, esant tam pačiam darbinio srauto debitui, sukuriama didžiausias siurbiamo skysčio sąlyčio paviršius. Pastebėta, kad mentelinio čiurkšlinio siurblio fakelo forma artima spiralinio sūkuriu formai, kuri sukuria srauto pulsacijas, pagerinančias deguonies tirpumą skystyje.

Reikšminiai žodžiai: aeravimas, čiurkšlinis siurblys, spiralinio sūkuriu forma, srauto fakelas.

Įvadas

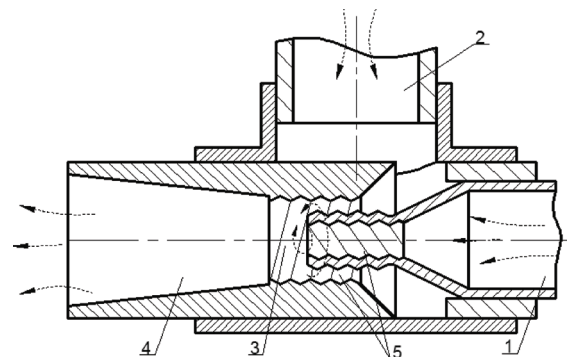
Pasaulyje yra daugybė įvairių konstrukcinių čiurkšlinių siurblių variantų, tačiau visiems jiems būdingi pagrindiniai principai, kurie būtini tam, kad čiurkšlinis siurblys atliktų savo paskirtį – siurbtų orą ir maišytų jį su darbinio skysčio srautu (Vekteris *et al.* 2008).

Visi šie išvardyti procesai taikomi daugelyje pramonės šakų, todėl tokie įrenginiai gamybos ar kito technologinio proceso metu pasitelkiami ne tik dėl galimybės atlikti jau minėtus procesus, bet ir dėl paprastos konstrukcijos, nesudėtingo pritaikomumo, lengvos priežiūros.

Čiurkšliniai siurbliai ne visuomet pasižymi dideliu efektyvumu maišant orą. Mažas siurbiamo oro kiekis nulemia ištirpusio deguonies kiekį skystojoje terpėje (Styra *et al.* 2010). Norint padidinti dispergavimą, kuris aeratoriuje pasireiškia tada, kai darbinis skystis, ištekėdamas iš tūtos, dėl slėgių skirtumo virsta įvairaus skersmens lašais (Balandis *et al.* 2006), buvo sukurtos trys naujos čiurkšlinių siurblių konstrukcijos. Jos buvo kuriamos siekiant padidinti difuziją į darbinį skystį. Vienas iš efektyvumo veiksnių – padidėjęs skysčio sąlyčio paviršius ir pulsacijos, atsirandančios dėl formuojamo spiralinio srauto, skatinančio deguonies tirpumą skystyje (Попкович, Репин 1986).

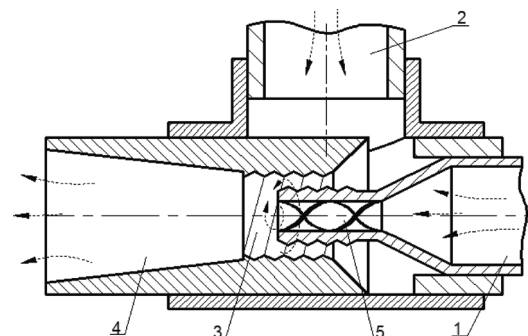
Tyrimo objektas

Siekiant suformuoti pulsuojantį spiralinį sūkurį ir parodyti rezultatus, gautus vizualizacijos būdu, buvo sukurtos trys čiurkšlinių siurblių konstrukcijos. Pirmoji – su sraigtinio skysčio užsukimu (1 pav.), antroji – su menteliniu skysčiu užsukimu (2 pav.), trečioji – su tangentine srauto įtekėjimu (3 pav.).



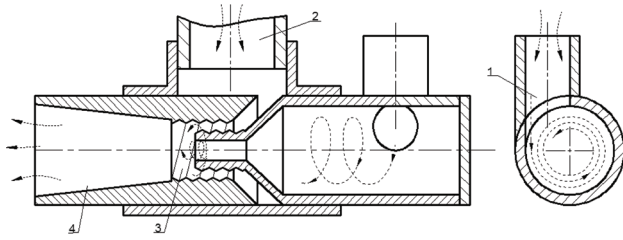
1 pav. Sraigtinis čiurkšlinis siurblys: 1 – įtekėjimas; 2 – siurbiamo oro atvamzdis; 3 – maišymo kamera; 4 – difuzorius; 5 – sraigtiniai grioveliai

Fig. 1. A scheme of the jet spiral pump: 1 – stream inlet; 2 – air intake; 3 – mixing chamber; 4 – diffuser; 5 – spiral grooves



2 pav. Mentelinis čiurkšlinis siurblys: 1 – įtekėjimas; 2 – traukiama oro atvamzdis; 3 – maišymo kamera; 4 – difuzorius; 5 – sraigtinės mentelės

Fig. 2. A scheme of the jet blade pump: 1 – stream inlet; 2 – air intake; 3 – mixing camera; 4 – diffuser; 5 – twisted blades

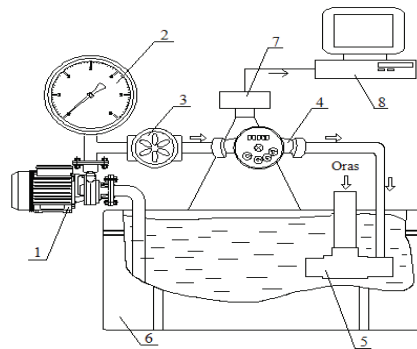


3 pav. Čiurkšlinis siurblys su tangentine srauto įtekėjimu: 1 – įtekėjimas; 2 – siurbiamo oro atvamzdis; 3 – maišymo kamera; 4 – difuzorius

Fig. 3. A scheme of the jet pump with tangential stream inlet: 1 – stream inlet; 2 – intake; 3 – mixing chamber; 4 – diffuser

Tyrimų metodika

Norint pamatyti naujų čiurkšlinių siurblių fakelo formas ir palyginti jas su spiralinio sukuriu schema, gauta pasitelkus vizualizacijos stendą, buvo sukurtas bandymo stendas, kurio schema pavaizduota 4 pav. Stendą sudaro vandens pripildyta talpykla 6. Iš talpyklos siurbliu 1 darbinis skystis tiekiamas į čiurkšlinį siurblių 5. Darbinio skysčio slėgis matuojamas manometru 2. Debitmačiu 4 matuojamas darbinio skysčio debitas. Čiurkšlinio siurblio srauto nuotraukos matomos kompiuteryje 8, kurios užfiksuojamos ir siunčiamos iš fotoaparato 7.



4 pav. Eksperimentinio stendo schema: 1 – vandens siurblys; 2 – vandens talpykla; 3 – manometras; 4 – reguliuojama sklendė; 5 – debitmatas; 6 – čiurkšlinis siurblys; 7 – fotoaparatas; 8 – kompiuteris

Fig. 4. A diagram of the experimental stand: 1 – water pump; 2 – water capacity; 3 – pressure meter; 4 – adjustable damper; 5 – flow meter; 6 – jet pump; 7 – photo machine; 8 – computer

Bandymas buvo atliekamas tokia tvarka:

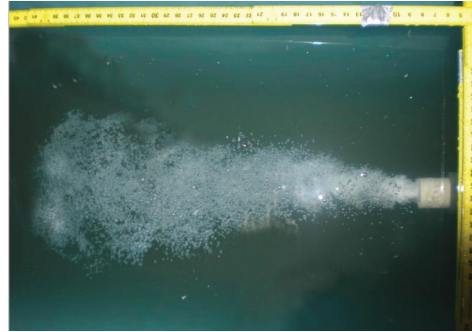
- įjungus vandens siurblių, pagal debitmačio rodmenis sureguliuojama sklendė ir pasirenkamas vandens debitas ($Q_s = 0,7 \text{ m}^3/\text{h}$);
- vaizdas, užfiksuotas fotoaparatu, siunčiamas į kompiuterį (5 pav.);
- fiksuojamos fakelo formos ir duomenys siunčiami į kompiuterį, kur apdorojami esant dar keturiems

skirtingiems vandens debitams ($0,9 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,1 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,3 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$);

- tada su kiekvienu čiurkšliniu siurbliu esant penkiems skirtingiems vandens debitams ($0,7 \text{ m}^3/\text{h}$, $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,1 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,3 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$) fiksuojamos fakelo formos ir duomenys siunčiami į kompiuterį, kuriame apdorojami.

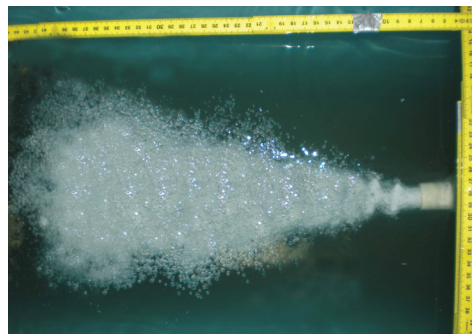
Tyrimo rezultatai

Bandymų rezultatai pateikti 5–7 pav.



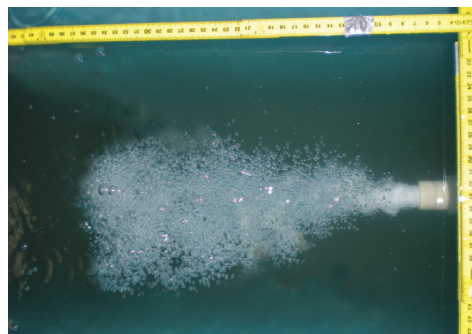
5 pav. Čiurkšlinio siurblio su sraiginiu sukuriu užsukimu fakelo forma

Fig. 5. A form of the flared jet pump with screw swirl cups



6 pav. Čiurkšlinio siurblio su mentelinio skysčio užsukimu fakelo forma

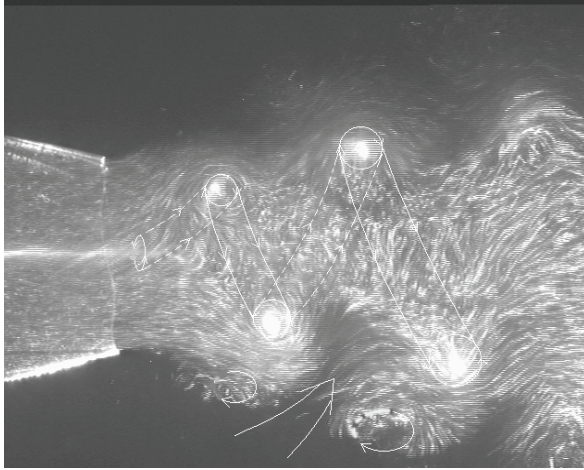
Fig. 6. A form of the flared jet pump with blade quirk



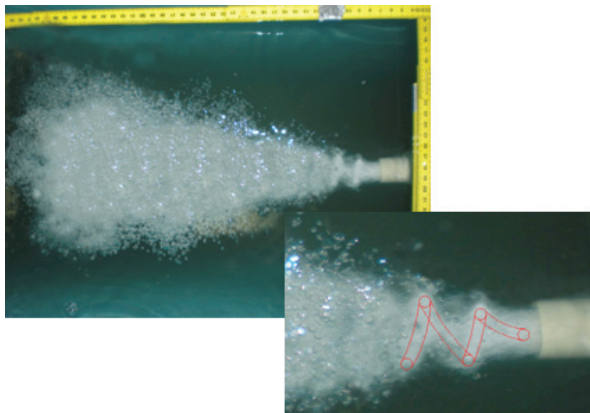
7 pav. Čiurkšlinio siurblio su tangentine srauto įvedimu fakelo forma

Fig. 7. A form of the flared jet pump with the introduction of tangential flow

5–7 pav. pateiktos čiurkšlinio siurblio fakelo formos esant 1,5 m³/h vandens debitui, kuris leidžia nustatyti efektyviausią čiurkšlinio siurblio konstrukciją, formuojančią sūkurį. Iš gautų nuotraukų matyti, kad čiurkšlinis siurblys su menteliniu srauto užsukimu sukuria didžiausią sūkurio formą.



8 pav. Spiralinio sūkurio vidiniame šlyties sluoksnyje schema
Fig. 8. A scheme of the helical vortex inside the shear layer



9 pav. Čiurkšlinio siurblio fakelo forma su menteliniu skysčio užsukimu
Fig. 9. A form of the flared jet pump with blade quirk

Remiantis autorių (Lapienienė, Šležas 2001) pateikta schema (8 pav.), kuri buvo gauta pasitelkus vizualizacijos stendą, galima daryti prielaidą, kad ištirto sūkurinio mentelinio čiurkšlinio siurblio fakelo forma (9 pav.) artima spiralinio sūkurio formai. Formuojamas spiralinis srautas dėl jame atsirandančių pulsacijų skatina deguonies tirpumą skystyje (Попкович, Репин 1986).

Išvados

1. Parodyta, kad aeratorius su menteliniu srauto užsukimu sukuria didžiausią siurbiamo skysčio sąlyčio paviršių.

2. Remiantis gautomis nuotraukomis galima teigti, kad tirtų čiurkšlinių siurblių veikimas efektyvesnis esant dideliems debitams – iki 1,5 m³/h.

3. Pastebėta, kad mentelinio čiurkšlinio siurblio fakelo forma artima spiralinio sūkurio formai, kuri sukuria srauto pulsacijas, gerinančias deguonies tirpumą skystyje.

Literatūra

- Balandis, A.; Kantautas, A.; Leskauskas, B. 2006. *Chemijos inžinerija*. Kaunas: Technologija. 473 p.
- Lapienienė, A.; Šležas, R. 2001. Tūtos formos įtaka užsuktos srovės struktūrai, *Energetika* 3: 24–32.
- Styra, A.; Striška, V.; Mokšin, V. 2010. Geriamojo vandens aeravimo sistemų efektyvumo tyrimas, *Mokslas – Lietuvos ateitis* [Science – Future of Lithuania] 2(4): 50–52. doi:10.3846/mla.2010.069
- Vekteris, V.; Striška, V.; Valiukonis, S. 2008. *Ežektorius*. Patentas Nr. LT 5527 B.
- Попкович, Г. С.; Репин, Б. Н. 1986. *Системы аэрации сточных вод*. Москва: Стройиздат. 133 с.

RESEARCH AND FORMATION OF THE WHIRLING VORTEX OF THE JET PUMP

V. Vekteris, A. Styra, V. Striška

Abstract

This article explores the formation of spiral vortex and application of liquid aerators. Visually, the new method has been applied for three structures of the stream ejector. The paper shows that under the same traffic flow, the venturi tube with blade cup liquid creates maximum ejected liquid contact surface. It has been noticed that the flared shape of the ejector blade that is close to the form of the spiral vortex, creates improvements in a pulsation flow and thus increases the solubility of oxygen in the liquid.

Keywords: aeration, jet pump, spiral vortex form, flow torch.