

**Роговий Андрій Сергійович**, к.т.н., доцент, [asrogovoy@ukr.net](mailto:asrogovoy@ukr.net)  
**Дрокін Антон Олександрович**, студент групи А-31т  
*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХОРОКАМЕРНОГО НАГНІТАЧА В БЕЗДРЕНАЖНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ**

Надійність і довговічність нагнітачів, які добре зарекомендували себе при роботі на однорідних середовищах, значно знижуються при перекачуванні гетерогенних середовищ. Так, у багатьох галузях промисловості, динамічні насоси швидко виходять із ладу, внаслідок впливу різних несприятливих факторів з боку робочих середовищ й особливостей технологічного процесу. Особливо гостро питання зношування стоїть в галузях промисловості, де доводиться перекачувати сипучі матеріали або робочі середовища, які є сильно забруднені. У цьому випадку рухливі робочі органи нагнітачів швидко зношуються внаслідок абразивного зношування.

Середній наробіток на відмову динамічних насосів на гірничо-збагачувальних комбінатах становить близько 700-2000 год [1]. Крім того, перекачування гетерогенних середовищ приводить до значного зниження показників ефективності нагнітачів [2]. Таким чином, стає доцільними використати струминні апарати в багатьох технологічних процесах. Однак, струминні прямиоточні нагнітачі, хоча й мають порівняно з іншими струминними апаратами, високий ККД, що досягає 30 %, але володіють значними поздовжніми розмірами, що в деяких технологічних процесах ускладнює їхнє компонування [3]. З іншого боку, використання властивостей закручених потоків, таких як зниження тиску на осі, привело до створення вихрових ежекторів, однак їх енергетичні показники виявилися дуже зниженим [4, 5]. Таким чином, удосконалювання енергетичних характеристик струминних нагнітачів є актуальною проблемою, рішенням якої може бути використання більш досконалих принципів передачі енергії й технічних рішень у конструюванні струминних нагнітачів на основі вихрової камери, якими є вихорокамерні нагнітачі [6, 7], які завдяки використанню відцентрової сили, мають кращу, у порівнянні з вихровими ежекторами, енергетичну ефективність [6].

Перші публікації про струминні нагнітачі з вихровою камерою змішання опубліковані в [8], однак автором не було проведено яких-небудь теоретичних або експериментальних досліджень щодо енергетичних характеристик. Крім того, конструкція, запропонована в [8], має недоліки, пов'язані з наявністю скидання середовища в дренажний канал. Автори робіт [9, 10] обґрунтували ефективність застосування вихорокамерних нагнітачів (ВКН) при перекачуванні сипучих середовищ і провели експериментальні дослідження, що довели їхні кращі характеристики. Як показано в роботі [11], залежно від співвідношення геометричних параметрів, у ВКН може бути реалізовано два робочі процеси: 1) з високої напірністю, але скиданням середовища в дренажний

канал; 2) з високою продуктивністю й усмоктуванням потоку, що перекачує, через обидва осьові канали у торцевих кришках вихрової камери.

Вихорокамерний нагнітач із двостороннім усмоктуванням середовища, працює в такий спосіб (рис. 1): активний потік з об'ємною витратою  $Q_s$  й тиском  $p_s$  подається через тангенціальний канал входу у вихрову камеру змішання й виходить з неї через тангенціальний канал виходу. Робочий потік, змішавшись із потоком, що перекачується надходить у тангенціальний канал виходу з об'ємною витратою  $Q_e$  й тиском  $p_e$ . Весь основний потік виходить у вихідний патрубок, передаючи обертання ядру потоку за рахунок сил турбулентного тертя, подібно ежекторам. Цим порозумівається різниця в розподілі параметрів радіусом вихрової камери й розходження в характеристиках вихорокамерних нагнітачів, описаних у роботах [11, 12]. При наявності подібності з ежекторами в процесі передачі енергії ядру потоку за допомогою турбулентного обміну, розходження полягає у використанні відцентрової сили, що поліпшує характеристики нагнітача за рахунок зниження втрат під час енергообміну між несучим та перекачуваним середовищем.

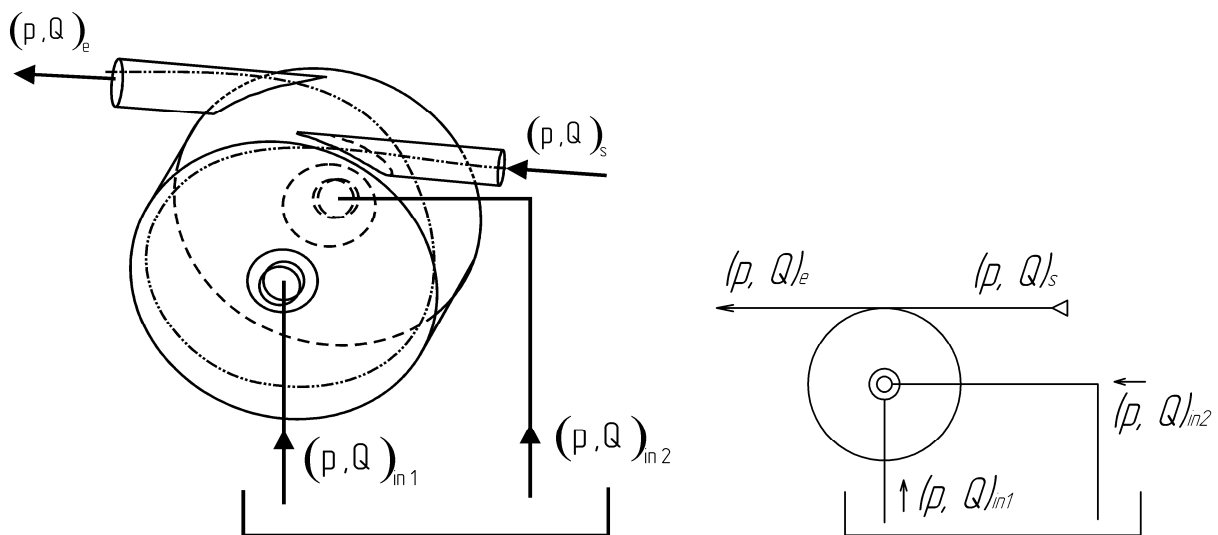


Рис. 1. Досліджуваний вихорокамерний нагнітач

За результатами роботи досліджень отримано експериментальні характеристики ККД і коефіцієнта ежекції від тиску живлення. ККД зростає з підвищенням тиску живлення, тобто зі зростанням енергії активного потоку, що підводиться до нагнітача.

Проведено експериментальні дослідження робочих характеристик вихорокамерних нагнітачів у режимі двостороннього всмоктування потоку, що перекачується. При цьому характеристики нагнітача, у так званому бездренажному режимі роботи зведені до універсальної характеристики  $Q = f(p)$ . При роботі пристрою на нестисливому робочому середовищі є максимум коефіцієнта корисної дії в зоні  $1,7 Q_e / Q_s$ . При збільшенні відношення тиску виходу

$p_e$  до входу  $p_s$ , відношення витрат на виході й усмоктування в пристрій до витрати активного потоку падає.

### Література

1. Ванеев, С. М. Повышение энергоэффективности насосного оборудования горно-обогатительных комбинатов /Ванеев, С. М., Евтушенко, А. А., Сапожников, С. В., Соляник, В. А. // Вісник СумДУ. – 2008. – №2. – С. 126-134.
2. Євтушенко А.О. Гідродинамічні машини і передачі: Навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Євтушенко А.О. – Суми : Видавництво СумДУ, 2005. – 256с.
3. Соколов Е.Я. Струйные аппараты. / Соколов Е.Я., Зингер Н.М. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
4. Вихревые аппараты / [А.Д. Суслов, С.В. Иванов, А.В. Мурашкин, Ю.В. Чижиков]. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
5. A.S. Rogovyi. Comparative Analysis Of Performance Characteristics Of Jet Vortex Type Superchargers / A.S. Rogovyi, Ye. Voronova //Автомобильный транспорт. – 2016.– Вып. 38. С. 93–98.
6. Роговой А.С. Концепція створення вихорокамерних нагнітачів та принципи побудови систем на їх основі/ А.С. Роговий А.С. // Вісник СХУ ім. В.Даля. – Сєверодонецьк: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля. - №3 (233). – 2017. – С. 168-173.
7. Rogovyi A. Application of the similarity theory for vortex chamber superchargers / A. Rogovyi, S. Khovanskyu. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering – № 233 (2017). – 2017. – pp. 012011 doi:10.1088/1757-899X/233/1/012011.
8. Jeffrey L. Beck. Vortex injection method and apparatus. Патент США № 4449862, 1980.
9. Роговий А.С. Удосконалювання енергетичних характеристик струминних нагнітачів. Дис...канд. техн. наук: 05.05.17 / Східноукраїнський національний ун-т ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2007. – 193 с.
10. Сёмин Д.А. Экспериментальные исследования характеристик струйно-вихревого насоса. /Сёмин Д.А., Роговой А.С.// Вісник СумДУ. – 2005. – 12(84). – С. 64-70.
11. Syomin D. Features of a working process and characteristics of irrotational centrifugal pumps. /Syomin D., Rogovyi A.// Procedia Engineering, Volume 39, 2012, Pages 231–237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.029>.
12. Роговий А.С. Особливості режимів роботи вихорокамерних нагнітачів / А.С. Роговий // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. – 2016. – Вып. 75. – С. 120-128.