

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУЙНЫХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ ВИХРЕВОГО ТИПА**

Современный уровень развития энергетики и технологий предъявляет высокие требования к качеству протекающих в них процессов энерго- и тепломассообмена. Во многих отраслях промышленности: пищевая, металлургическая, энергетика, сельское хозяйство и транспорт существует проблема повышения эффективности процессов преобразования энергии, особенно при соблюдении условий экономичности, компактности и надежности. Удовлетворению многих из перечисленных требований могут служить газовые и жидкостные энергообменные системы, созданные на основе струйной техники [1, 2], обладающие высокими показателями надежности и долговечности. А использование свойств закрученных потоков – вакуума в приосевой зоне и избыточного давления на периферии потока [1, 3, 4], позволяет создавать компактные системы.

Вихревой эжектор при малых габаритах и простоте конструкции получил распространение в перечисленных видах промышленности, однако, несмотря на накопленные теоретические и экспериментальные данные о его работе [4], на данный момент остаются вопросы, требующие дополнительных исследований. Кроме того, эжекторы вихревого типа обладают низким коэффициентом полезного действия, не превышающим 10 % [4].

Таким образом, совершенствование энергетических характеристик струйных нагнетателей является актуальной задачей, решением которой может быть поиск более эффективных принципов передачи энергии и соответствующих технических решений в конструировании струйных насосов, которыми являются, разработанные и исследованные в работе вихрекамерные насосы, в которых используется не только эффект снижения давления в приосевой зоне (как в вихревых эжекторах), но и избыточное давление на периферии закрученного потока [5, 6].

Результаты исследований характеристик вихрекамерных насосов, приведенные в работах [2, 5] показали, что эффективность их работы может быть выше, чем вихревых эжекторов. Однако, недостаточная изученность распределения давления вдоль приосевой области вихревого эжектора, отсутствие адекватных расчетных моделей требует прежде, чем сравнивать характеристики струйных насосов вихревого типа между собой, первоначального проектирования вихревого эжектора с оптимальными параметрами по методикам, описанным в [6]. Для использования одинаковых условий сравнения, расчеты можно провести в одном и том же программном комплексе с использованием численных экспериментов на основе расчета уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу, замкнутых  $k-\omega$  моделью турбулентности.

В данной работе произведен сравнительный анализ характеристик струйных нагнетателей вихревого типа с использованием численных

экспериментов на основе решений осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса, замкнутых с помощью модели турбулентности Ментера. Получено, что вихрекамерные насосы обладают коэффициентом полезного действия в 2 раза большим, чем вихревые эжекторы.

Зависимости КПД, коэффициента эжекции и разрежения на оси камеры вихревого эжектора имеют максимумы: максимум КПД достигается при  $\bar{d}_{in} = 0,2$ , максимум коэффициента эжекции –  $\bar{d}_{in} = 0,25$ , максимум вакуумметрического давления на оси вихревой камеры –  $\bar{d}_{in} = 0,13$  ( $\bar{d}_{in} = d_{in} / D$ , где  $D$  – диаметр вихревой камеры;  $d_{in}$  – диаметр осевого канала входа).

Вихрекамерный насос обладает большими давлениями в выходном канале, чем вихревой эжектор, вследствие чего становится более эффективная передача энергии от активного потока, кроме того отбор перекачиваемой среды в тангенциальном канале позволяет избежать потерь энергии вследствие вращения потока в выходном канале. Таким образом, вихрекамерный насос обладает более высокими показателями КПД. С другой стороны, вихревой эжектор, вследствие создания большего разрежения на оси камеры создает более высокие разрежения в вакуумированных объемах, что позволяет его использовать, в первую очередь, как эжекционный вакуум-насос.

Построены совмещенные характеристики струйных нагнетателей вихревого типа, из которых следует, что при увеличении относительного давления на выходе из насоса, снижаются энергетические характеристики насоса: КПД и количество перекачиваемой среды. Характеристики относительного давления на выходе из вихревого эжектора находятся ниже аналогичных характеристик вихрекамерного насоса, вследствие этого снижаются и показатели КПД вихревого эжектора.

## Литература

1. Соколов Е.Я. Струйные аппараты. / Соколов Е.Я., Зингер Н.М. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
2. Роговий А.С. Удосконалювання енергетичних характеристик струминних нагнетачів. Дис...канд. техн. наук: 05.05.17 / Східноукраїнський національний ун-т ім. Володимира Даля. — Луганськ, 2007. — 193 с.
3. Сполучення вихрових виконавчих пристроїв із сучасними системами управління / [Сьомін Д.О., Павлюченко В.О., Ремень В.І., Мальцев Я.І.] – Луганськ : вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля, 2002. – 174 с.
4. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. / Меркулов А.П. – М.: Машиностроение, 1969. – 184 с.
5. Syomin D., Rogovyi A. Features of a working process and characteristics of irrotational centrifugal pumps. // Procedia Engineering, Volume 39, 2012, Pages 231–237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.029>.
6. Вихревые аппараты / [А.Д. Суслов, С.В. Иванов, А.В. Мурашкин, Ю.В. Чижиков]. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.