

УДК 625.17

М.В. Найда (аспірант),
Ю.Я. Ткачук (канд. техн. наук, доц.)
Сумський державний університет

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВО-ВИХРОВИХ НАСОСІВ ПРИ РІЗНІЙ ЧАСТОТІ ОБЕРТАННЯ

У роботі проведений якісний аналіз параметрів відцентрово-вихрових насосів при різній частоті обертання. За технічний об'єкт дослідження взята відцентрово-вихрова проточна частина. Вибраний технічний об'єкт дослідження за своїм конструктивним виконанням відноситься до малорозмірного типу робочих ступенів динамічних насосів.

За результатами проведених досліджень були побудовані енергетичні характеристики. Першочерговий аналіз отриманих характеристик показав, що відцентрово-вихрова ступень має достатньо високий напір при невеликих значеннях витрати рідини, але при цьому вона має низький ККД.

Використовуючи дані з отриманих графіків, ми провели аналіз залежності значень деяких параметрів при оптимальному режимі при різній частоті обертання. Якісна обробка результатів показує, що всі параметри мають зростаючий характер. Напір при нульовій витраті рідини в залежності від частоти обертання має вид S-подібної кривої. Залежність витрати рідини від частоти обертів при оптимальному режимі має вид прямої. Потужність має зростаючий характер. ККД має зростаючий вигляд, до 1000 об/хв. – криволінійний вигляд, від 1000 до 3000 об/хв. – практично прямолінійний.

Ключові слова: напір, відцентрово-вихровий насос, частота обертання, параметр, характеристика, витрата рідини, робоче колесо.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. За останні роки у сфері насособудування активно впроваджуються новітні технології, направлені на вирішення актуальних проблем в цій галузі. В наш час ККД насосів досягає 90%. Подальше збільшення ККД стандартним шляхом виконати складно. Потрібно шукати нові методи, нові матеріали для виготовлення обладнання, розробляти нові технології.

Аналіз досліджень та публікацій. Провідні світові компанії докладають максимум зусиль для виготовлення нового насосного обладнання з підвищеною надійністю. Розроблена нова відцентрово-вихрова конструкція ступеню з підвищеним напором, для якої вміст газу в 1,5 – 2 рази більше, чим для відцентрової. Для виготовлення ступенів застосовується нова для галузі порошкова технологія, що за-

безпечує більш високу точність виготовлення ступенів, а відповідно більш високу гідравлічну гладкість протічних каналів. Зазвичай ступені насосів виготовляють методом лиття. Технологія лиття, що використовується в даний час, має обмеження по точності виробів та шорсткості поверхні протічних каналів, що не дозволяє в повній мірі оптимізувати взаємодію ступені з рідиною, що перекачується. Одним із способів рішення даної проблеми являється застосування порошкової технології.

Основою підвищення ефективності відцентрових насосів є вдосконалення гідродинамічних якостей проточної частини, спрямоване на зниження втрат при передачі механічної енергії робочому потоку. Значний інтерес для експлуатуючих організацій представляють модифікації, що змінюють гідродинамічну взаємодію поверхонь елементів проточної частини і робочого потоку без зміни конструкції насоса [1-5].

В даний час все більш широкого застосування набувають такі способи підвищення ККД:

- гідрофобні покриття проточної частини насоса;
- впорскування повітря в рідину перед входом в насос [6];
- застосування випрямлячів потоку.

Однак, на наш погляд, не достатньо досліджено вплив частоти обертання на енергетичні параметри відцентрово-вихрових насосів.

Постановка задачі.

Дана стаття присвячена поведінці енергетичних параметрів насоса при різній частоті обертання.

Викладення матеріалу та результати. Відцентрово-вихрова ступень (рис.1), яка, маючи ті ж самі властивості, що і традиційні відцентрово-вихрові насоси, значною мірою позбавлена їхніх основних недоліків (незадовільна експлуатаційна надійність; значні осьові сили) [7, 8].

Вказана ступень по своєму конструктивному виконанню відноситься до малорозмірного типу робочих органів динамічних насосів. Дана ступень має однолопатеve відцентрове робоче колесо, що забезпечене додатковими вихровими каналами, які виконують функцію вихрового робочого колеса закритого типу, що розташовані з протилежного боку основних каналів. Кожен вихровий канал є вибіркою з увігнутиm дном, виконаною по дузі. Дуга далі переходить на сторони, що взаємодіє з потоком, в прямолінійну площину. Робоче

колесо однолопатеве, виконане з поєднанням кільцевих та радіальних каналів.

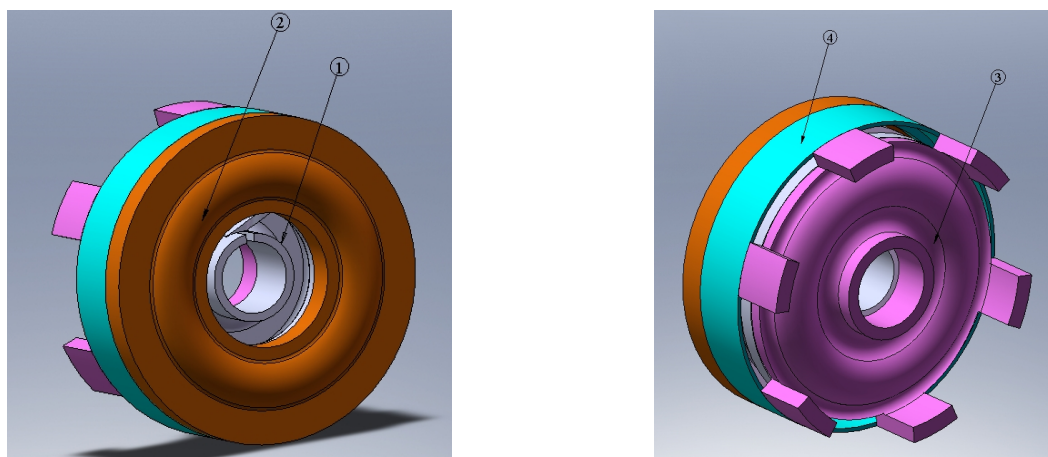


Рис. 1. Загальний вид ступені:

1 – робоче колесо; 2 – передня вихрова ступень; 3 – задня вихрова ступень; 4 – корпус робочого колеса.

Метою проведення випробування було отримання інформації, тобто набір робочих характеристик відцентрово-вихрової ступені, знятих при її роботі на воді.

Випробування проводилися [9, 10] на частотах обертання 1000...3000 об/хв. (з кроком 1000 об/хв.)

За результатами проведених досліджень були побудовані енергетичні характеристики для частот обертання від 1000 об/хв. до 3000 об/хв. (рис. 2-4)

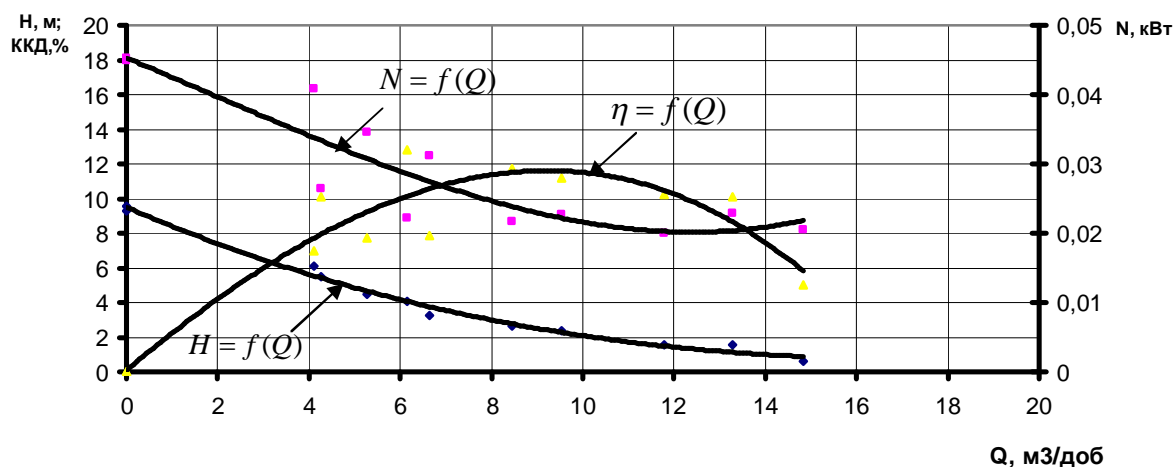


Рис. 2. Робочі характеристики насоса з відцентрово-вихровою ступінню при $n=1000$ об/хв, $\rho=1000$ кг/м³

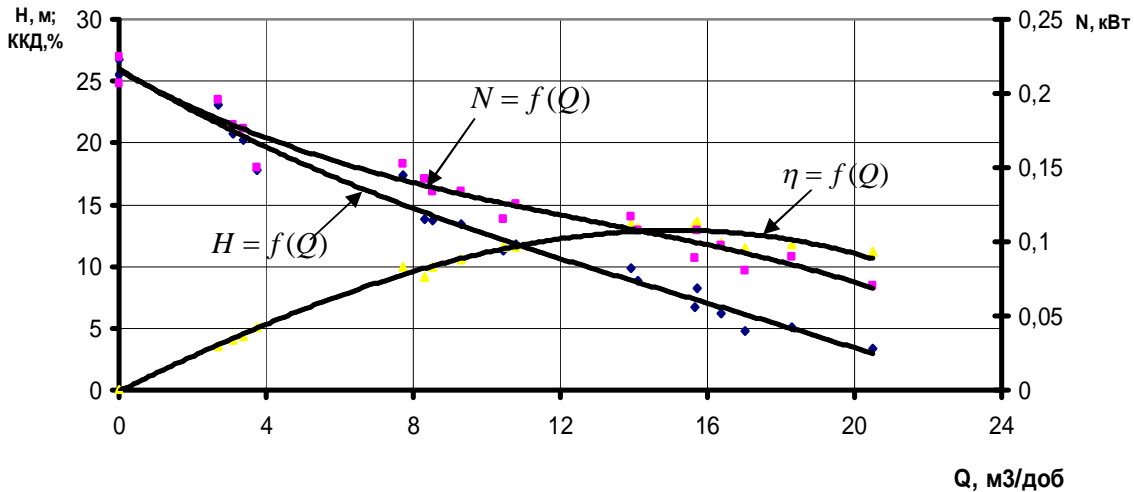


Рис. 3. Робочі характеристики насоса з відцентрово-вихровою ступінню при $n=2000$ об/хв., $\rho=1000$ $\text{кг}/\text{м}^3$

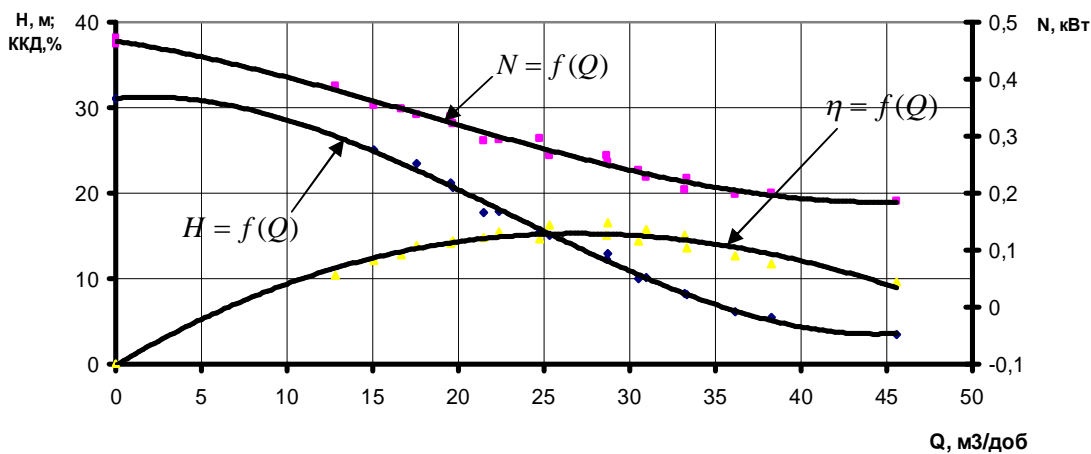


Рис. 4. Робочі характеристики насоса з відцентрово-вихровою ступінню при $n=3000$ об/хв., $\rho=1000$ $\text{кг}/\text{м}^3$

Першочерговий аналіз отриманих характеристик, які зображені в графічному виді залежностями $H = f(Q)$, $N = f(Q)$, $\eta = f(Q)$, показав наявність круто падаючого характеру зміни напірної кривої та споживаної потужності.

З рисунку видно, що відцентрово-вихрова ступінь має достатньо високий напір при невеликих значеннях витрати рідини, але при цьому вона має низький ККД.

Як помітно з графіків, значення параметрів при оптимальному режимі залежить від частоти обертів. Тому, використовуючи дані з отриманих графіків, можна провести аналіз залежності значень де-

яких параметрів при оптимальному режимі при різній частоті обертання (табл. 1).

Таблиця 1. Дані для побудови графіків оптимального режиму

n , об/хв	H_{\max} , М	η , %	Q , м ³ /доб	N , кВт
1000	9	12	8,5	0,027
2000	26	14	15,7	0,12
3000	32	16	27	0,27

Використовуючи дані, які наведені в таблиці 1, побудуємо графіки відповідних залежностей.

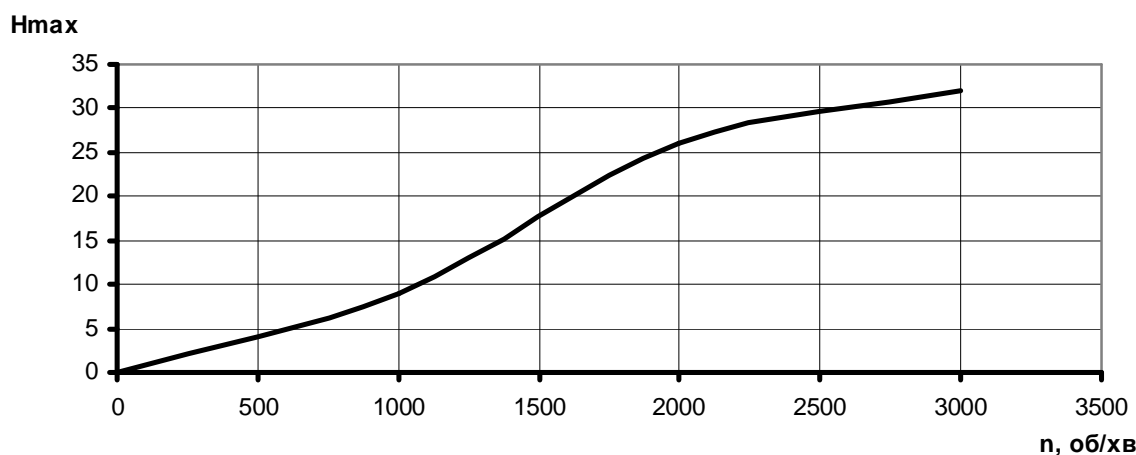


Рис. 5. Залежність максимального напору від частоти обертання

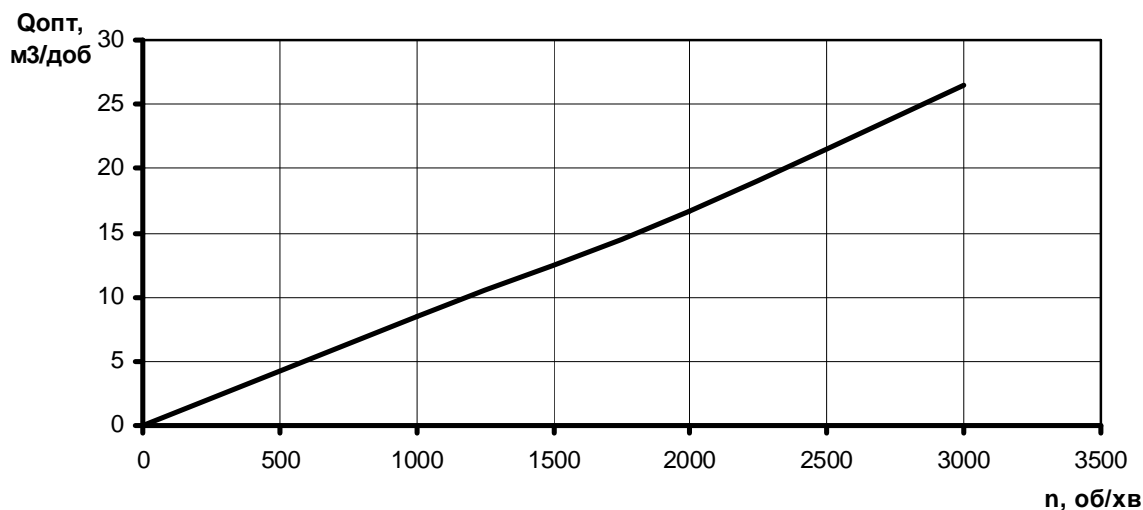


Рис. 6. Залежність подачі при оптимальному режимі від частоти обертання

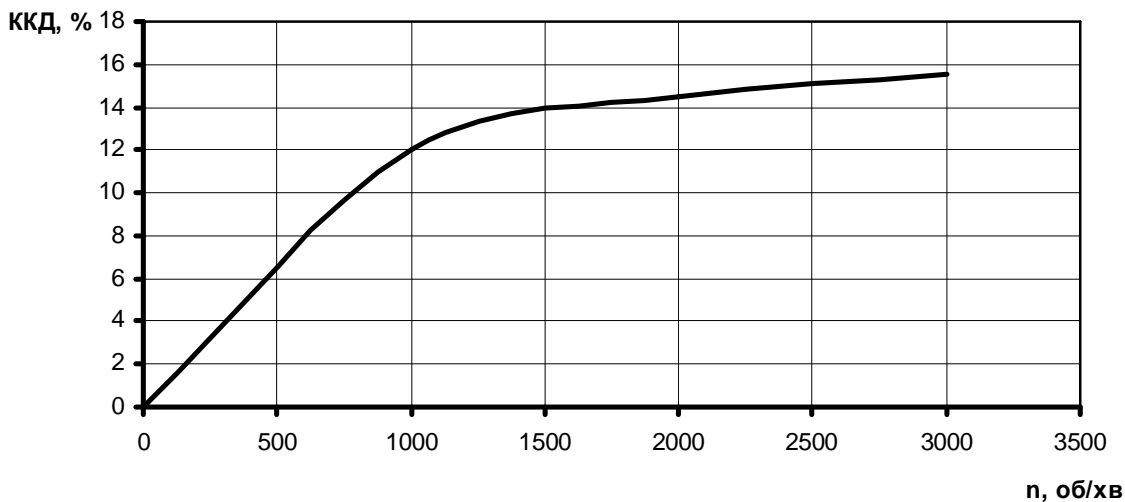


Рис. 7. Залежність значення ККД в оптимальній точці від частоти обертання

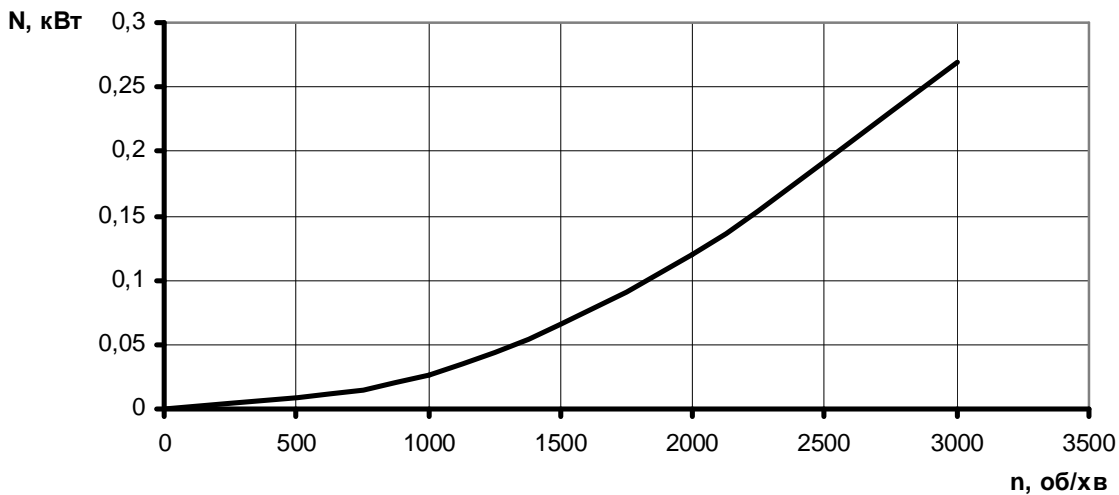


Рис. 8. Залежність потужності в оптимальній точці від частоти обертання

Якісна обробка результатів показує, що всі параметри мають зростаючий характер. Напір при нульовій витраті рідини, в залежності від частоти обертання має вид S-подібної кривої. Залежність витрати рідини від частоти обертів при оптимальному режимі має вид прямої. Потужність має зростаючий характер. ККД – зростаючий вид, до 1000 об/хв. має криволінійний вигляд, від 1000 до 3000 об/хв. – практично прямолінійний.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Якісний аналіз показує, що всі параметри мають зростаючий характер в залежності від обертів. Однак характер зростання різний. Наприклад, витрата рідини чітко розподіляється прямою пропорційністю, напір, а відповідно і потужність, зростання має вид S-подібний характер від 0 до пев-

ної межі, подальше зростання сповільнюється майже до повної відсутності, що можна пояснити якісним переходом, наприклад перехід всієї енергії в тепло. Найбільш складна залежність ККД від частоти обертання. Початкова ділянка – приблизно прямолінійна, а друга – прямопропорційна. На нашу думку необхідно подальше дослідження за допомогою кількісної обробки результатів експеримента, що показані в табл. 1 для отримання аналітичних залежностей придатних для розрахунку.

Список літератури

1. Опыт эксплуатации скважин с высоким газовым фактором погружными насосно-эжекторными системами [Агеев Ш.Р., Джалаев А.М., Дроздов А.Н. и др.] // ESP Workshop. – 2005.
2. Методика определения надежности погружного оборудования и опыт ее применения [Перельман О.М., Пещеренко С.Н., Рабинович А.И., Слепченко С.Д.] // ESP Workshop. – 2005.
3. Патент 2056973 РФ, МКИ⁶ В 22 Р 7/02. Способ изготовления составных изделий / А.И.Рабинович, О.М. Перельман, Г.Л. Дорогокупец и др. №930186616/02; Заявл. 13.04.93; Опубл. 27.03.96. Бюл. №9. 3 с.: ил. .
4. Сагдиев Р.Ф. Особенности установления режима работы добывающей скважины при эксплуатации с забойным давлением ниже давления насыщения. Автореф. дис. канд. техн. наук / Р.Ф. Сагдиев. – М., 2003. – 17 с.
5. Статистический анализ надежности погружных установок в реальных условиях эксплуатации / [Перельман О.М., Пещеренко С.Н., Рабинович А.И., Слепченко С.Д.] // Надежность и сертификация оборудования для нефти и газа. – 2003. – № 3. – С. 28-34.
6. Колісниченко Э.В. Рабочий процесс динамических насосов нетрадиционных конструктивных схем на газожидкостных смесях : дисс. ... на соиск. научн. степ. канд. техн. наук / Э.Ф. Колісниченко – Сумы : СумГУ, 2007. – 167 с.
7. Антоненко С.С. Методика проведения экспериментальных исследований работы відцентрово-вихрових ступеней на високов'язких рідинах / С.С. Антоненко, Е.В. Колісниченко, М.В. Найда // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2010. – №2. – С. 7-13.
8. Колісниченко Е.В. Экспериментальне дослідження роботи насоса з відцентрово-вихровою ступенню / Е.В. Колісниченко, М.В.Найда, С.О.Хованський // Вісник національного технічного університету «ХП» (Тематический выпуск «Новые решения в современных технологиях»). – 2011. – № 34. – С. 119-123.
9. Насосы динамические, методы испытаний : ГОСТ 6134-87. – [Введ. 01.01.89]. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 29 с.
10. Испытания насосов : справочное пособие / Яременко О.В. – М.: Машиностроение, 1976. – 225 с.

Стаття надійшла до редакції 29.10.2013

М.В. Найда, Ю.Я. Ткачук. Сумской государственной университет

Качественный анализ параметров центробежно-вихревых насосов при различной частоте вращения.

В работе проведен качественный анализ параметров центробежно-вихревых насосов при различной частоте вращения. В качестве технического объекта исследования принята центробежно-вихревая проточная часть. Выбранный технический объект исследования по своему конструктивному исполнению

относится к малоразмерному типу рабочих ступеней динамических насосов. По результатам проведенных исследований построены энергетические характеристики.

Первоочередной анализ полученных характеристик показал, что центробежно-вихревая ступень имеет достаточно высокий напор при небольших значениях расхода жидкости, но при этом имеет низкий КПД.

Используя данные полученных графиков, проведен анализ зависимости значений некоторых параметров при оптимальном режиме при различной частоте вращения.

Качественная обработка результатов показывает, что все параметры имеют возрастающий характер. Напор при нулевом расходе жидкости, в зависимости от частоты вращения, имеет вид S-образной кривой. Зависимость расхода жидкости от частоты вращения при оптимальном режиме имеет вид прямой. Мощность имеет возрастающий характер. КПД – возрастающий вид: до 1000 об/мин имеет криволинейный вид, от 1000 до 3000 об/мин – практически прямолинейный.

Ключевые слова: напор, центробежно-вихревой насос, частота вращения, параметр, характеристика, расход жидкости, рабочее колесо.

M. Naida, Yu. Tkachuk. Sumy State University, Sumy

Qualitative Analysis of Centrifugal-vortex Pump's Parameters in Different Rotation Frequencies.

The paper provides a qualitative analysis of centrifugal-vortex pump's parameters under different rotation frequencies. The technical object of investigation is a centrifugal-vortex flowing part.

According to research results energy characteristics are provided.

An immediate analysis of the obtained characteristics has shown that a centrifugal-vortex stage has a rather high head when liquid expenses are insignificant. But at the same time its energy conversion efficiency is low.

Using data from the graphs we analyzed the dependences of certain parameters in the optimal mode under different rotation frequencies.

Qualitative processing of the results shows that all the parameters have accelerated character. In case of zero liquid expenditure the head is S-curved. It depends on the frequency of rotation. The dependence of liquid expenditure on rotation frequency in optimal mode looks like a straight line. The power has an accelerated character. Energy conversion efficiency grows; up to 1000 turns/min. it is curvilinear, from 1000 to 3000 turns/min. it is almost rectilinear.

Keywords: head, centrifugal-vortex pump, speed, parameter, characteristics, flow rate, impeller.