

На рис. 2:

крива 1 – залежність струму перевантаження від часу при перевантаженні за струмом 1,5 А;

крива 2 – відсутність реакції захисту на струм перевантаження.

На рис. 3:

крива 1 – залежність струму перевантаження від часу при перевантаженні за струмом 4 А;

крива 2 – спрацьовування захисту.

З осцилограм кривих видно, що ПЗ чітко реагує на величину швидкості зміни струму більшої інтенсивності (рис. 2) та не проявляє реакцію на величину меншої інтенсивності (рис. 3). При цьому, завдяки відповідному програмному налаштуванню мікроконтролера, виключається можливість хибного спрацьовування ПЗ при спадаючому характері зміни струму навантаження.

### **Загальні висновки**

Стендові випробування запропонованого захисного пристрою на базі мікроконтролера дозволили провести експериментальні дослідження, які підтвердили його працездатність при захисті електричної схеми від перевантажень, підвищену швидкодію в порівнянні з традиційними захисними пристроями та відсутність хибного спрацьовування.

Це вказує на доцільність використання таких захисних пристроїв на ЕРС, з метою збільшення їх швидкодії та підвищення надійності.

**Список літератури:** 1. *Иванов-Смоленский А. В.* Электрические машины [Текст]: учебн. для вузов. / А. В. Иванов-Смоленский. – М.: Энергия, 1980. – 928 с. 2. Техническая документация на датчики тока и напряжения LEM [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.lem.com/docs/products/la%20100-p%20e.pdf.3>. PIC12F6XX: 8-выводные высокопроизводительные FLASH-микроконтроллеры. Техническая документация [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.microchip.ru/cdrom/ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41190c.pdf.4>. ГОСТ 183-10 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия – М., 2010. – 38 с.

*Поступила в редколлегию 27.08.2011*

**УДК 621.65**

***Е.В. КОЛІСНІЧЕНКО***, канд. техн. наук, доц., СумДУ, Суми

***М.В. НАЙДА***, асп., СумДУ, Суми

***С.О. ХОВАНСЬКИЙ***, канд. техн. наук, ст. викл., СумДУ, Суми

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НАСОСА З ВІДЦЕНТРОВО-ВИХРОВОЮ СТУПЕННЮ**

Надані результати дослідження роботи насоса з високонапірною відцентрово-вихровою ступенню. Представлено основні переваги та недоліки вказаного насоса. Зроблені висновки стосовно областей його застосування.

Ключові слова: насос, відцентрово-вихрова ступень, режим роботи насоса.

Приведены результаты исследования насоса с высоконапорной центробежно-вихровой ступенью. Представлены основные преимущества и недостатки указанного насоса. Сделаны выводы относительно областей его применения.

Ключевые слова; насос, центробежно-вихревая ступень, режим работы насоса.

The results of studies of pumps with high-pressure centrifugal-vortex stage are given. The basic advantages and disadvantages of this pump are considered. The conclusions about the spheres of its use are drawn.

Key words: pump, centrifugal-vortex stage, the mode of the pump.

## 1. Вступ

На сьогоднішній день достатньо гострою є проблема створення ефективного насосного обладнання для складних умов його експлуатації на різних середовищах. За останні роки у сфері насособудування активно впроваджуються новітні технології, направлені на вирішення проблем, що виникають в цій галузі.

В даний час актуальною є задача створення насосного обладнання, здатного максимально ефективно працювати в широких діапазонах подач, напорів, з урахуванням особливостей середовища, що перекачується. Під ефективною роботою розуміється здатність насоса забезпечити максимально можливий рівень ККД, високу надійність роботи та можливість стійко працювати як на однорідних високов'язких рідинах, так і на гідросумішах.

## 2. Аналіз попередніх досліджень

Для транспортування рідини в системах водопостачання, у харчовій промисловості та нафтовій промисловості широке застосування отримали відцентрово-вихрові насоси, конструктивною особливістю яких є наявність двох ступеней: відцентрової і вихрової [1]. Відцентрово-вихрові насоси відрізняються високими експлуатаційними показниками, в яких вдало використані переваги відцентрових і вихрових, але водночас вони мають і ряд недоліків (незадовільна експлуатаційна надійність, підвищена питома металоємність насоса, значні осьові сили).

Проведений аналіз показав, що вказаних недоліків дозволить усунути використання насоса з відцентрово-вихровою ступенню (див. рис. 1) [2].

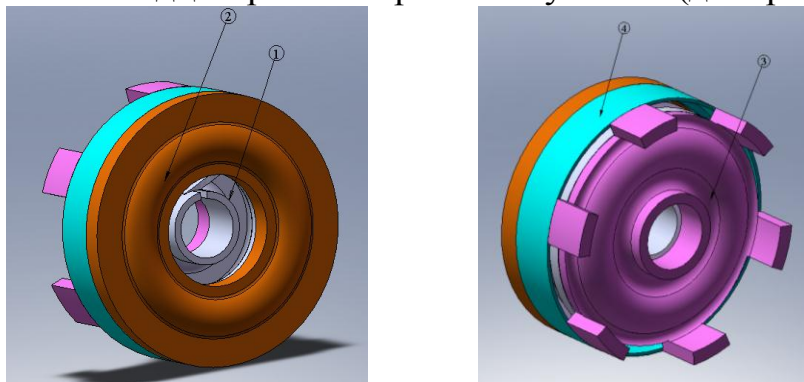


Рис. 1. Загальний вид ступені: 1 – РК; 2 - передня вихрова ступень; 3 - задня вихрова ступень; 4 – корпус РК.

Відмінною рисою даної ступені є те, що робоче колесо забезпечене додатковими вихровими каналами, розташованими з протилежного боку основних каналів. Кожен вихровий канал є вибіркою з увігнутим дном, виконаною по дузі. Дуга далі переходить на стороні, що взаємодіє з потоком, в

прямолінійну площину. Робоче колесо однолопатеве, виконане з поєднанням кільцевих та радіальних каналів.

### 3. Аналіз результатів дослідження

Випробування проводилися на експериментальному стенді по дослідженню роботи малогабаритних динамічних насосів на частотах обертання 1000...3000 об/хв. (з інтервалом 1000 об/хв.) [3, 4].

Під час дослідження були побудовані робочі характеристики насоса при частоті обертання  $n = 3000$  об/хв. (див. рис. 2).

Першочерговий аналіз отриманих результатів, представлених в графічному виді залежностями

$H = f(Q), N = f(Q), \eta = f(Q)$ , показав наявність круто падаючого характеру напірної кривої та споживаної потужності.

З рис. 2 видно, що насос з відцентрово-вихровою ступінню має достатньо високий напір при невеликих значеннях витрати рідини, але при цьому він має низький ККД.

Причиною низького значення ККД цього насосу є наступне:

- вплив об'ємних втрат ступені через торцеві зазори в порівнянні з самою витратою насоса;
- вплив гідравлічних втрат, які виникають у вихрових каналах передньої та задньої вихрових ступеней.

За результатами проведених досліджень були отримані безрозмірні коефіцієнти напору ( $\psi_0$ ), подачі ( $\phi_0$ ), потужності ( $\mu_0$ ) та ККД ( $\eta_0$ ) в оптимальній точці (табл. 1) та зроблений порівняльний аналіз робочих характеристик досліджуваного насоса в точці максимального ККД в залежності від частоти обертання (див. рис. 3, а-г).

Таблиця 1. Основні характеристики насоса з відцентрово-вихровою ступенню в точці максимального ККД.

| $n$ , об/хв | $\psi_0$ | $\phi_0$ | $\mu_0$ | $\eta_0$ |
|-------------|----------|----------|---------|----------|
| 1000        | 1,95     | 0,0075   | 0,00012 | 0,12     |
| 2000        | 3,1      | 0,0081   | 0,00048 | 0,14     |
| 3000        | 5,86     | 0,0086   | 0,00119 | 0,16     |

На рис. 3 спостерігається зростання параметрів досліджуваного насоса зі зростанням частоти обертання. Це пояснюється тим, що зі збільшенням частоти обертання покращується процес обтікання проточної частини насоса, зменшуються гідравлічні втрати, що і призводить до підвищення його енергетичних параметрів.

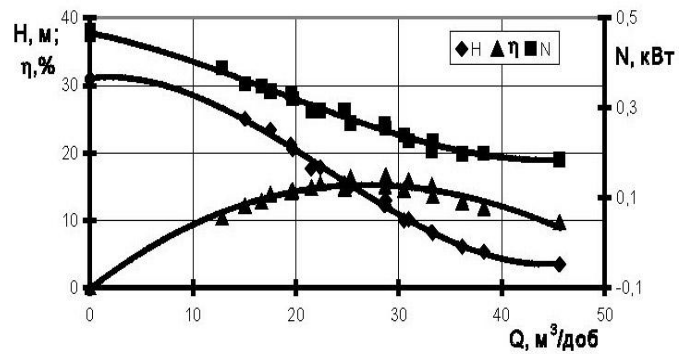


Рис. 2. Робочі характеристики насоса з відцентрово-вихровою ступінню при  $n=3000$  об/хв

В таблиці 2 в порівнянні з параметрами, отриманими при частоті обертання  $n = 3000$  об/хв представлена частка цих параметрів, отриманих на менших частотах в точці максимального ККД.

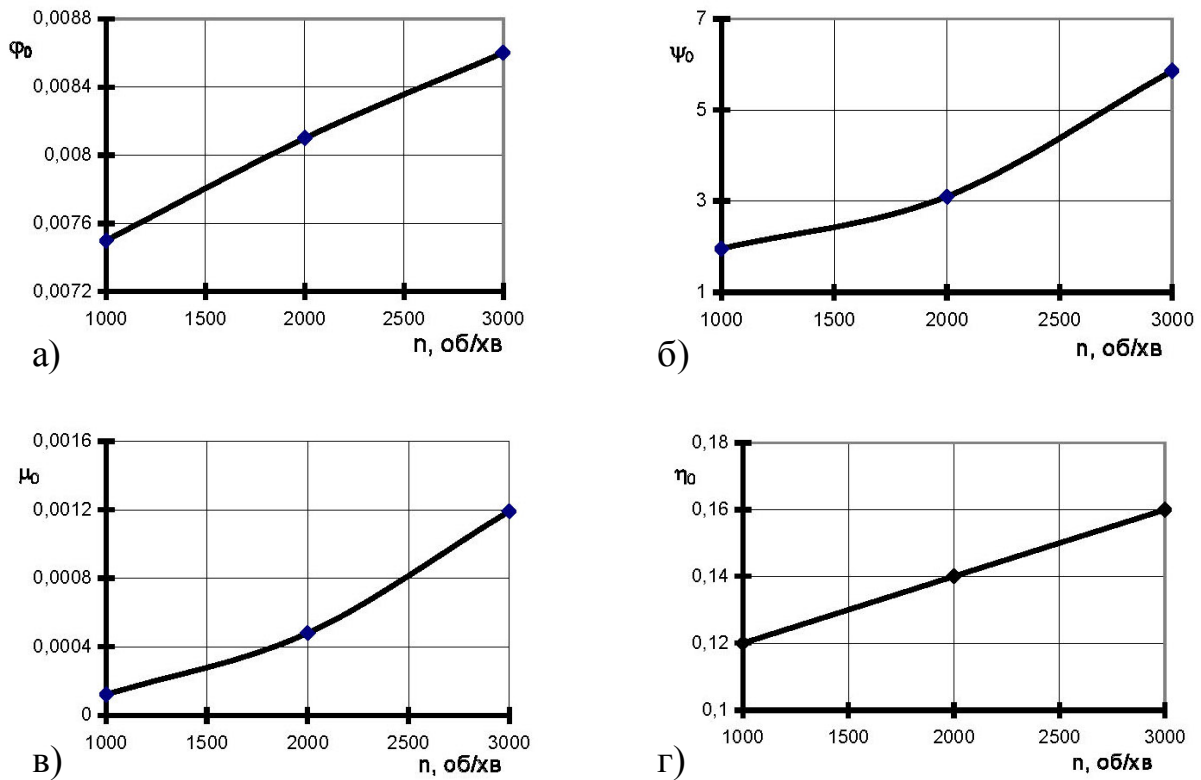


Рис. 3. Залежність основних параметрів досліджуваного насоса від частоти обертання: а) подачі; б) напору; в) потужності; г) ККД.

Таблиця 2. Частка основних параметрів досліджуваного насоса, отриманих на частотах  $n = 1000$  та  $n = 2000$  об/хв в залежності від частоти  $n = 3000$  об/хв.

| n, об/хв                     | 3000 | 2000 | 1000 |
|------------------------------|------|------|------|
| $\Delta \square \square, \%$ | 0    | 94   | 87   |
| $\Delta \square \square, \%$ | 0    | 53   | 32   |
| $\Delta \square \square, \%$ | 0    | 40   | 10   |
| $\Delta \square \square, \%$ | 0    | 87,5 | 75   |

#### 4. Висновок

1. Встановлено, що насос з відцентрово-вихровою ступінню має високий напір при невеликих значеннях витрати рідини, але при цьому ККД у нього достатньо низький.

2. Причиною низького значення ККД цього насосу є наступне:

- значний вплив об'ємних втрат ступені через торцеві зазори в порівнянні з самою витратою насоса;
- вплив гідравлічних втрат, які виникають у вихрових каналах передньої та задньої вихрових ступеней;
- робота відцентрового робочого колеса в режимі недогрузки.

3. Зі збільшенням частоти обертання параметри насоса з відцентрово-вихровою ступінню підвищуються, що пояснюється тим, що зі збільшенням частоти обертання покращується обтікання проточної частини.

4. Областями застосування відцентрово-вихрових ступеней можуть бути: установки побутового водопостачання і підвищення тиску, системи пожежогасіння, мийні і зрошувальні установки, системи подачі мастила в двигунах внутрішнього згорання, у якості передвключеної ступені відцентрових насосів, що працюють в умовах підвищеної кавітації.

**Список літератури:** 1. *Спасский К.Н.* Новые насосы для малых подач и высоких напоров/ К. Спасский, В.Шаумян. М., «Машиностроение», 1972, 160с. 2. *Антоненко, С. С.* Можливість використання відцентрово-вихрових ступеней для перекачування високов'язких рідин та багатофазних сумішей [Текст] / С.С. Антоненко, Е.В. Колісніченко, М.В. Найда // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. - 2010. - № 3, Т. 1. - С. 62-68. 3. *Насосы динамические, методы испытаний.* ГОСТ 6134-87. - Введ.01.01.89. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 29 с. 4. *Антоненко, С.С.* Методика проведення експериментальних досліджень роботи відцентрово-вихрових ступеней на високов'язких рідинах [Текст] / С.С. Антоненко, Е.В. Колісніченко, М.В. Найда // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. - 2010. - №2. - С. 7-13.

*Поступила в редколлегию 30.08.2011*