

УДК 621.317.791

О. І. Кіянюк, асп.;

І. В. Гладь, канд. техн. наук, доц.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВІДНИХ НАСОСІВ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ БАСЕЙНУ

Розглянуто питання забезпечення максимальної енергоефективності електропривідних відцентрових насосів через експериментальне вимірювання фактичних енергетичних параметрів та їх порівняння з паспортними значеннями. Обґрунтовано використання апаратно-програмного забезпечення для реєстрації миттєвих значень напруг і струмів трифазної чотирипровідної електромережі. Виявлено, що відхилення показників якості електроенергії та енергетичних параметрів насоса від номінальних збільшує втрати енергії та знижує ККД агрегату. Тому потрібно розробляти методи і засоби контролю енергоефективності ЕВН безпосередньо на місці їх функціонування з мінімальним втручанням в технологічний процес перекачування рідини.

Вступ

Електропривідні відцентрові насоси (ЕВН) мають широке застосування. З аналізу кошторису експлуатаційних витрат (журналів обліку та експлуатації обладнання) видно, що закупівельна вартість ЕВН становить 10 %; вартість ремонтних робіт — 15 %; оплата за спожиту електроенергію — 75 %.

Потужності насосу та двигуна вибираються за умови номінальної продуктивності насоса і, відповідно, номінальної потужності двигуна. При цьому забезпечується найвищий коефіцієнт корисної дії (ККД) агрегату в цілому, який є добутком ККД двигуна і насоса. Однак фактичний режим роботи насоса (отже і приводного електродвигуна) зазвичай менший від номінального.

ЕВН в більшості випадків працює в тривалому режимі. Застосування моноблочних насосних агрегатів зменшує механічні втрати, знижує рівень вібрацій та металоемкість конструкції.

Одним із шляхів забезпечення максимальної енергоефективності ЕВН є експериментальне вимірювання фактичних енергетичних параметрів та їх порівняння з паспортними значеннями. У разі великої невідповідності фактичних і паспортних значень розглядається доцільність заміни ЕВН або впровадження регулювання швидкості.

Для визначення параметрів електроспоживання використовується відповідне апаратно-програмне забезпечення [1, 2], яке здійснює реєстрацію миттєвих значень напруг і струмів трифазної чотирипровідної електромережі, а також обчислення середньоквадратичних значень напруг і струмів, визначення складових потужностей, несиметрії струмів і напруг та гармонічного спектру.

Для реалізації комп'ютерних вимірювань складових потужності використано середовище розробки віртуальних приладів LabVIEW, в якому шляхом графічного програмування створена відповідна підпрограма (рис. 1, 2).

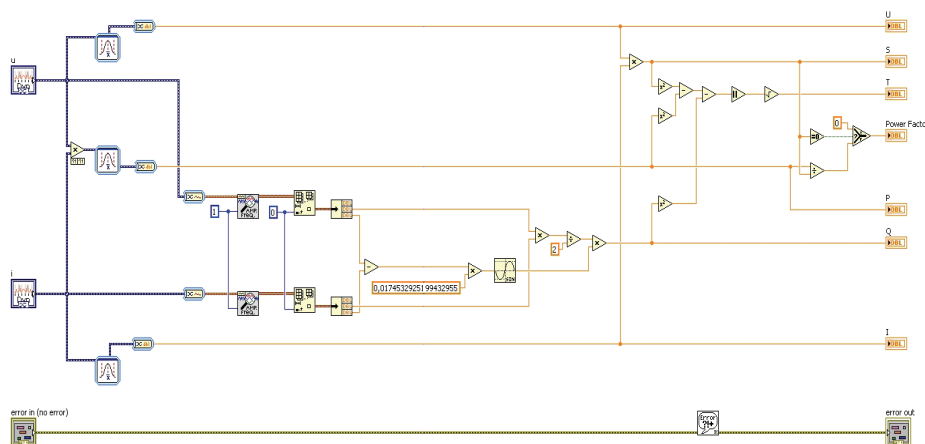


Рис. 1. Блок-діаграма підпрограми обчислення потужності

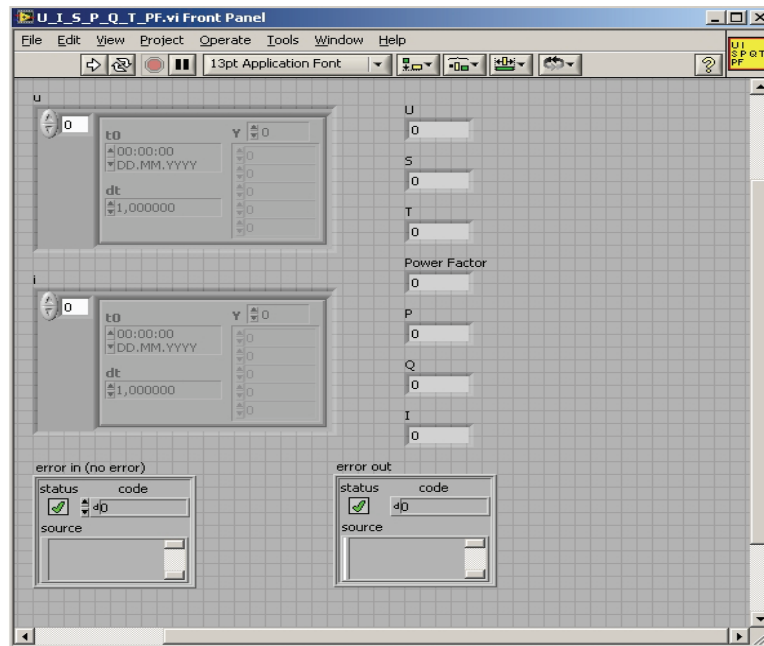


Рис. 2. Передня панель підпрограми обчислення потужності

Об'єкт дослідження

Басейн об'ємом 900 м^3 наповнюється водою з міської мережі водопостачання. Заміна води відбувається один раз в місяць, відпрацьована вода зливається в міську каналізаційну систему. Для дотримання санітарно-гігієнічних норм вода в басейні хлорується і періодично підігривається до температури $29 \text{ }^\circ\text{C}$. Очищення води відбувається цілодобово шляхом циркуляції крізь фільтри. Циркуляцію води забезпечують два ЕВН: один основний, другий — резервний. Режим роботи ЕВН тривалий нерегульований.

З гідравлічної сторони ЕВН увімкнені паралельно, перемикаються засувками з ручним приводом та малим гідравлічним опором. Вода циркулює по колу «Басейн—насос—фільтр—басейн». Кратність водообміну згідно з вимогами має бути не менше 900 м^3 на добу. Для контролю тиску в напірному трубопроводі встановлений манометр. Режим роботи основного ЕВН тривалий, не менше 23 год за добу. Резервний ЕВН вмикається періодично на час до 1 год, щоб уникнути корозії ущільнень валу та підшипників.

Конструктивно насоси виконані відцентровими з одним робочим колесом. Основний насос виготовлений з нержавіючої сталі та має робоче колесо, яке насаджується на подовжений вал електродвигуна. Резервний насос виготовлений з чавуну. З приводним двигуном стикається втулково-пальцевою муфтою. Номінальна потужність і марка ЕВН вказані в табл. 1.

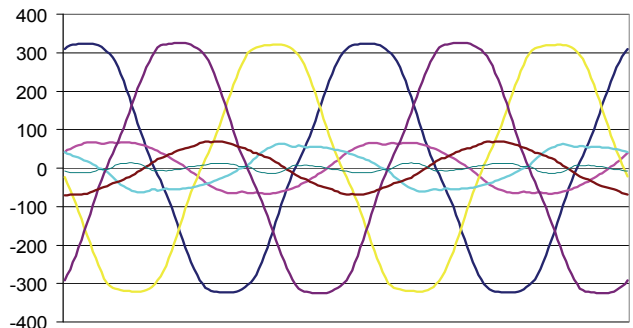


Рис. 3. Миттєві значення напруг і струмів

Таблиця 1

Параметри ЕВН

ЕВН	Марка	Номінальна потужність електродвигуна, кВт
Основний	ЕВАРА 3М/В 50-160/7,5	7,5
Резервний	---	14

Електропостачання ЕВН здійснюється напругою 220/380 В. Апаратура керування і захисту обох агрегатів змонтована в спільній шафі керування, яка забезпечує ручний пуск і зупинку окремо кожного ЕВН.

Енергетичне обстеження

Завданням енергетичного обстеження є визначення споживаної з електромережі активної потужності та результуючого ККД кожного ЕВН.

Електрична потужність визначалася шляхом прямого вимірювання за методом трьох ватметрів із застосуванням апаратно-програмного комплексу, а гідравлічна сторона — вимірюванням тиску в напірному трубопроводі під час роботи насоса та за зупиненого агрегату.

Корисна потужність насоса $N_k = \rho g H_n Q = p_n Q$. Результати розрахунків технологічних параметрів наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати дослідження

	$\Delta P_{\text{нас}}$, МПа	$H_{\text{нас}}$, м	$Q_{\text{нас}}$, м ³ /с	$P_{\text{гідр.нас}}$, кВт	$P_{\text{ел.нас}}$, кВт	κ_3	$\eta_{\text{ел. ном}}$, %	$\eta_{\text{факт.ЕВН}}$, %
Основний ЕВН	0,255	26	0,02	5,1	7,3	0,86	88	70
Резервний ЕВН	0,265	27	0,021	5,5	11,5	0,82	90	48

Враховуючи, що паспортне значення ККД насоса 70...80 %, то робимо висновок, що основний ЕВН працює в режимі, близькому до номінального (ККД 70 %), а резервний ЕВН працює в неефективному режимі з ККД 48 %.

У випадку використання резервного ЕВН в якості основного перевищення річного електроспоживання становитиме близько 1500 кВт·год.

Висновки

В результаті експериментальних досліджень виявлено, що інколи деякі технологічні параметри насосних агрегатів невідомі або суттєво змінилися внаслідок механічного зносу обладнання чи ремонтно-експлуатаційних робіт. В сукупності з відхиленнями показників якості електроенергії в мережі живлення та енергетичних параметрів від номінальних це спричиняє вихід технологічних показників за межі рекомендованих значень, збільшення втрат енергії [3] і, як наслідок, низький ККД агрегату. Тому потрібно розробляти методи і засоби контролю енергоефективності ЕВН безпосередньо на місці їх функціонування з мінімальним втручанням в технологічний процес перекачування рідини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гладь І. В. Аналіз сучасного стану засобів контролю гідравлічного ККД перекачувальних агрегатів / І. В. Гладь, О. І. Кіянюк, В. С. Костишин // Приладобудування 2007 : стан і перспективи : матер. VI наук.-техн. конфер. — Київ, ПБФ НТУУ «КПІ». — 2007. — С. 272—273.
2. Гладь І. В. Проблеми та принципи проектування універсального апаратно-програмного комплексу для енергетичних обстежень електромереж / І. В. Гладь, І. Д. Галушак, А. І. Поточний та інші // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. — м. Івано-Франківськ. — 2008. — № 3 (28). — С. 83—87.
3. Гладь І. В. Аналіз параметрів електроспоживання навчального корпусу № 1 Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу / І. В. Гладь, О. І. Кіянюк, Я. В. Бацала // Нафтогазова енергетика. — м. Івано-Франківськ. — 2009. — № 2 (11). — С. 100—103.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 15.10.2013
Рекомендована до друку 11.11. 2013

Гладь Іван Васильович — доцент, **Кіянюк Олександр Іванович** — аспірант.

Кафедра електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ