УКРАЇНА

(19) UA (11) 127198 (13) U

(51) МПК (2018.01)
F04D 15/00

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 00735**

(22) Дата подання заявки: **26.01.2018**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.07.2018**

(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.07.2018, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):
Дубовик Володимир Григорович (UA),
Лебедєв Лев Миколайович (UA),
Горобець Андрій Миколайович (UA),
Костенюк Ярослав Сергійович (UA)

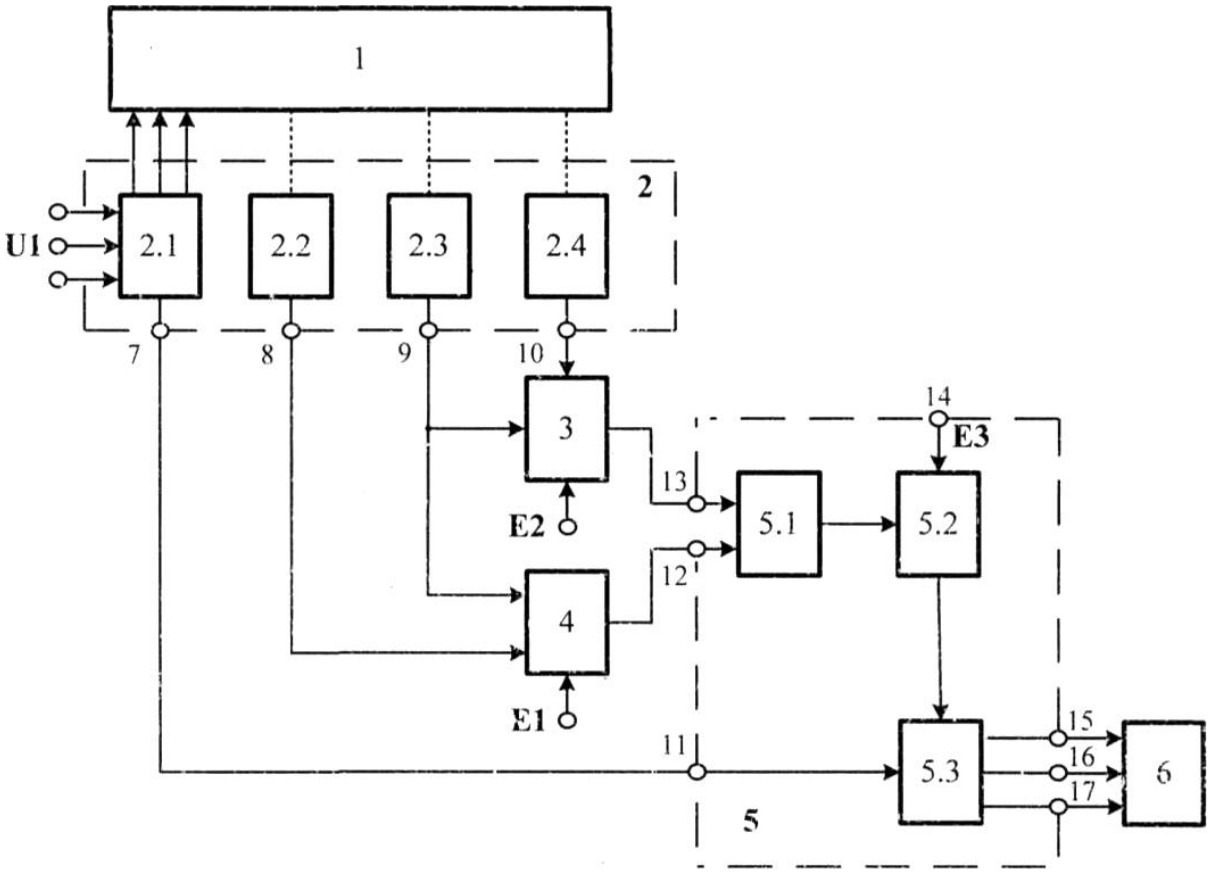
(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО",
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Пристрій визначення енергоефективності насосної установки містить блок розрахунку, табло, модуль діагностичних параметрів, три виходи якого сполучені, відповідно, з виходами датчиків потужності, тиску, продуктивності, та три ланцюги для підключення до мережі живлення через датчик потужності. Додатково містить три джерела постійної вхідної дії, два функціональні перетворювачі, модуль діагностичних параметрів має датчик обертів, вихід якого сполучено з четвертим виходом, блок розрахунку складається з послідовно сполучених блока ділення, блока множення, блока порогових рівнів.

UA 127198 U



Фіг.

Корисна модель належить до систем автоматизованого управління і контролю процесів перекачування рідини і може бути використана для оцінки енергоефективності роботи насосних установок для нерегульованого та регульованого електроприводів на об'єктах водопостачання, водопідготовки, опріснення і водоочистки, а також при використанні циркуляційних електронасосів систем гарячого водопостачання.

Відомий пристрій керування насосною установкою, що містить електродвигуни, блоки контакторів, які сполучені з джерелом живлення, чотири елементи І-НІ, елемент І, послідовно сполучені датчик рівня, блок порогових рівнів, другий елемент І, елемент АБО, крім того, додатково містить третій, четвертий, п'ятий елементи І, другий та третій елементи АБО, чотири блоки датчиків струму, які входами підключені до виходів чотирьох блоків контакторів, а першими виходами підключені до чотирьох електродвигунів, другими, третіми, четвертими виходами сполучені, відповідно, з трьома входами чотирьох елементів І-НІ, виходи яких сполучені, відповідно, з другими входами чотирьох блоків контакторів, третій вхід першого блока контактора сполучено в входами першого та третього елементів І та виходом блока порогових рівнів, другий та третій виходи якого сполучено з другим та третім входами другого елемента І, крім того другий вихід сполучено з другим входом першого елемента І, вихід якого сполучено з входом четвертого елемента І та входом другого елемента АБО, другий вхід якого сполучено з виходом третього елемента І, другий вхід якого сполучено з другим входом першого блока контактора, вихід другого елемента АБО сполучено з третім входом другого блока контактора, другий вхід якого сполучено з другим входом четвертого елемента І, вихід якого сполучено з другим входом першого елемента АБО та входом третього елемента АБО, другий вхід якого сполучено з виходом п'ятого елемента І, перший вхід якого сполучено з виходом другого елемента І, а другий вхід сполучено з другим входом третього блока контактора, третій вхід якого сполучено з виходом першого елемента АБО, вихід третього елемента АБО сполучено з третім входом четвертого блока контактора.

Недоліком пристрою є те, що він не забезпечує енергоефективні режими роботи насосних установок, оскільки не враховуються фактичні енергетичні характеристики експлуатованих насосів, що знижує також надійність насосної установки [1].

Відома система управління енергоспоживанням насосних станцій підприємства комунального господарства, що дозволяє визначати і аналізувати фактичні енергетичні характеристики експлуатованих насосів. Відома система включає модуль аналізу діагностичних параметрів, що включає блок порівняння подач, блок корекції діагностичного параметра по частоті обертання вала, блок корекції діагностичного параметра по діаметру робочого колеса, блок аналізу діагностичних параметрів, блок введення еталонного діагностичного параметра, модуль оптимізації енергоспоживання, що включає блок аналізу питомого енергоспоживання, блок введення діагностичних параметрів насосів - конкурентів, блок аналізу питомого енергоспоживання насосів - конкурентів.

Недоліком вказаної системи є відсутня можливість оперативної оцінки параметрів використання насосного устаткування, що не забезпечує коректування режимів роботи для підвищення її енергоефективності [2].

Найбільш близьким до пристрою, який заявляється, є автоматизована система динамічної оцінки енергоефективності насосного устаткування, що містить модуль аналізу діагностичних параметрів, підключений своїми входами до зовнішніх вимірювальних приладів, а по виходу підключений до блока формування гідравлічних характеристик мереж і до блока аналізу питомого енергоспоживання в модулі оптимізації енергоспоживання, в якому також містяться блок введення діагностичних параметрів "еталонних" насосів, підключений по виходу до блока аналізу питомого енергоспоживання "еталонних" насосів, блок формування гідравлічних характеристик мереж, підключений по виходу до блока аналізу питомого енергоспоживання і до блока аналізу питомого енергоспоживання "еталонних" насосів, крім того, в модуль оптимізації енергоспоживання додатково введений блок розрахунку показників енергоефективності, підключений до входу блока формування гідравлічних характеристик мереж, до блока аналізу питомого енергоспоживання і до блока аналізу питомого енергоспоживання "еталонних" насосів, а на виході підключений до зовнішнього табло.

Недоліком вказаної системи є відсутність контролю роботи і оцінки енергоефективності роботи насосних установок для регульованих електроприводів на об'єктах водопостачання, що знижує надійність насосної установки [3].

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення пристрою визначення енергоефективності насосної установки, шляхом введення додаткових елементів, блоків та нових функціональних зв'язків між ними, що забезпечить контроль роботи насосних установок та дозволить оперативно оцінювати енергоефективність насосних установок за встановленими

показниками для регульованих електроприводів на об'єктах водопостачання та проводити їх уточнення при необхідності, що підвищить надійність насосної установки в цілому.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій визначення енергоефективності насосної установки містить блок розрахунку, табло, модуль діагностичних параметрів, три виходи якого сполучені, відповідно, з виходами датчиків потужності, тиску, продуктивності, та три ланцюги для підключення до мережі живлення через датчик потужності, відрізняється тим, що додатково містить три джерела постійної вхідної дії, два функціональні перетворювачі, модуль діагностичних параметрів має датчик обертів, вихід якого сполучено з четвертим виходом, блок розрахунку складається з послідовно сполучених блока ділення, блока множення, блока порогових рівнів, три виходи якого є виходами блока розрахунку і підключені до відповідних трьох входів табло, а перший та другий входи сполучені з першим та другим входами блока ділення, третій вхід сполучено з першим джерелом постійної вхідної дії, четвертий вхід сполучено з першим виходом модуля діагностичних параметрів, другий вихід якого сполучено з першим входом першого функціонального перетворювача, третій вихід - з його другим входом та першим входом другого функціонального перетворювача, четвертий вихід сполучено з другим входом другого функціонального перетворювача, третій вхід якого сполучено з другим джерелом постійної вхідної дії, а вихід сполучено з першим входом блока розрахунку, другий вхід якого сполучено з виходом першого функціонального перетворювача, третій вхід якого сполучено з третім джерелом постійної вхідної дії, а четвертим входом підключено до другого входу блока порогових рівнів.

Суть корисної моделі пояснюється схемою, де на кресленні представлена структурна схема пристрою визначення енергоефективності насосної установки.

Пристрій визначення енергоефективності насосної установки складається з насосної установки 1, інформація стану якої реєструється в модулі 2 діагностичних параметрів, до першого виходу якого підключено вихід датчика потужності 2.1, через який проходять три ланцюги живлення насосної установки 1 від джерела U1, до другого виходу підключено вихід датчика тиску 2.2, до третього виходу підключено вихід датчика продуктивності 2.3, до четвертого виходу підключено вихід датчика обертів 2.4. Модуль 2 діагностичних параметрів четвертим виходом сполучений з другим входом функціонального перетворювача 3, третім виходом сполучений з першим входом функціонального перетворювача 3 та другим входом функціонального перетворювача 4, перший вхід якого сполучено з його другим виходом, перший вихід модуля 2 діагностичних параметрів сполучено з четвертим входом блока 5 розрахунку, який складається з послідовно сполучених блока 5.1 ділення, блока 5.2 множення, блока 5.3 порогових рівнів, три виходи якого є виходами блока 5 розрахунку, які сполучені з трьома входами табло 6. Виходи функціональних перетворювачів 3 та 4 сполучено з двома входами блока 5 розрахунку, до яких підключено два входи блока 5.1 ділення. Три джерела E1, E2, E3 постійної вхідної дії сполучені з третіми входами, відповідно, функціональних перетворювачів 3, 4 та блока 5 розрахунку. Чотири виходи модуля 2 діагностичних параметрів позначені точками 7, 8, 9, 10. Чотири входи блока 5 розрахунку позначені точками 11, 12, 13, 14, а виходи - точками 15, 16, 17. Штриховими лініями умовно показані інформаційні зв'язки датчиків 2.2, 2.3, 2.4 з насосною установкою 1.

Насосна установка 1 забезпечує гідравлічні показники та складається з насоса, електродвигуна, апаратури керування, може мати пристрій регулювання частоти обертання робочого колеса насоса.

Датчик потужності 2.1 забезпечує формування вихідного сигналу, пропорційного споживаній активній потужності насосної установки 1.

Датчик тиску 2.2 забезпечує формування вихідного сигналу, пропорційного тиску на виході насосної установки 1.

Датчик продуктивності 2.3 забезпечує формування вихідного сигналу, пропорційного продуктивності насосної установки 1.

Датчик обертів 2.4 забезпечує формування вихідного сигналу, пропорційного частоті обертання робочого колеса насоса насосної установки 1.

Функціональний перетворювач 3 забезпечує формування вихідного сигналу U_3, пропорційного фактичному значенню коефіцієнта корисної (ККД) дії $\eta_н^i$ насоса при постійній або змінній частоті обертання робочого колеса, згідно з виразом

$$\eta_н^i = \eta_{ном} - (\nu - q)^2 \eta_{ном} \nu^2 ,$$

де $\eta_{ном}$ - номінальний ККД насоса; сигнал, пропорційний $\eta_{ном}$ задається від джерела постійної вхідної дії E2;

$\nu = \omega^i / \omega_{ном}$ - відносне значення частоти обертання робочого колеса;

ω^i - фактичне значення частоти обертання, 1/сек.;

$\omega_{ном}$ - номінальне значення частоти обертання, 1/сек.; сигнал, пропорційний $\omega_{ном}$ задається в функціональному перетворювачі 3 при його налаштуванні.

$q = G^i / G_{ном}$ - відносне значення продуктивності насосної установки 1;

G^i - фактичне значення продуктивність насосної установки 1, м^3/сек.;

$G_{ном}$ - номінальна продуктивність насосної установки 1, м^3/сек.; сигнал, пропорційний $G_{ном}$ задається в функціональному перетворювачі 3 при його налаштуванні.

Функціональний перетворювач 4 забезпечує формування вихідного сигналу U_4, пропорційного фактичному значенню потужності P_F гідравлічній насосної установки 1, що передається насосом рідкому середовищу, згідно з виразом

$P_F = H^i \cdot G^i \cdot \rho^i \cdot g$, Вт,

де H^i - фактичне значення тиску насосної установки 1, м;

G^i - фактичне значення продуктивності насосної установки 1, м^3/сек.;

ρ^i - значення густини рідини, що перекачується, кг/м^3;

g - значення прискорення вільного падіння, (9,80665 м/сек.).

Сигнал, пропорційний p задається від джерела постійної вхідної дії E1, а сигнал, пропорційний g задається в функціональному перетворювачі 4 при його налаштуванні.

Блок 5.1 ділення забезпечує формування вихідного сигналу $U_{5.1}$, відповідно до виразу $U_{5.1} = U_4 / U_3$.

Блок 5.2 множення забезпечує формування вихідного сигналу $U_{5.2}$, відповідно до виразу $U_{5.2} = U_{5.1} \cdot k_3$, сигнал від джерела постійної вхідної дії E_3 пропорційний $k_3 = 1/\eta_{дв} \cdot \eta_{перетв}$,

$\eta_{дв}$ - значення ККД електродвигуна приводу насосної установки 1;

$\eta_{перетв}$ - значення ККД перетворювача для електродвигуна приводу насосної установки 1.

Блок 5.3 порогових рівнів має три виходи, і на одному з них залежно від рівня вхідного сигналу $U_{5.2}$ формується рівень логічної одиниці відповідно до виразу

$$U^i_{5.3} = \begin{cases} U^1_{5.3} = 1 \text{ при } U_{2.1} < 1{,}0 U_{5.2} & \text{"Норма"} \\ U^2_{5.3} = 1 \text{ при } U_{2.1} \le 1{,}05 U_{5.2} & \text{"Увага"} \\ U^3_{5.3} = 1 \text{ при } U_{2.1} \ge 1{,}1 U_{5.2} & \text{"Аварія"} \end{cases}.$$

Блок 5.3 порогових рівнів може бути виконаний з використанням операційних підсилювачів має гальванічну розв'язку між вхідними та вихідними ланцюгами. Ланцюги та елементи для налаштування блока 5.3 порогових рівнів не показано.

Табло 6 забезпечує світлову індикацію трьох станів енергетичних режимів роботи насосної установки 1: "Норма", "Увага", "Аварія" при подачі сигналу логічної одиниці на відповідний вхід.

Ланцюги живлення всіх вузлів блоків 2, 3, 4, 5, 6 на фіг. 1 не показано. Основним параметром енергоефективності насоса є його коефіцієнт корисної дії з врахування номінальної подачі, тиску і частоти обертання робочого колеса. Подача і тиск в точці максимального ККД насоса співпадають з його номінальними параметрами. Але практично завжди реальна робоча точка насоса відрізняється від номінальної. Відмінність може бути викликана неправильним підбором насоса, його регулюванням або зміною параметрів мережі. Таким чином, режим роботи реального насоса змінюється в часі, а разом з ним змінюється і його ККД. Європейський стандарт EN16480 "Мінімальний необхідний ККД відцентрових насосів для води" визначає ефективність насосів з подачею до 1000 м^3/год. шести конструктивних схем - консольних, консольно-моноблокових, консольно-моноблокових з розташуванням патрубків "в лінію", вертикальних багатоступінчатих і занурених багатоступінчатих насосів, для яких вводиться показник енергоефективності MEI (minimum efficiency index) і відображає кількісне відношення представленої на ринку продукції різного технічного рівня. Коефіцієнт корисної дії насоса $\eta^i_н$

при постійній або змінній частоті обертання робочого колеса знижується при зміні значення подачі в порівнянні з номінальним параметром.

Однією з важливих вимог до насосної установки є використання насосів в режимах, відповідних їх номінальним параметрам. Відхилення робочих параметрів насоса від номінальних може викликати перехід насосів в неприпустимий режим роботи, спричиняє за собою зниження коефіцієнта корисної дії і, як наслідок, перевитрату споживання електроенергії.

Потужність P_P, яка споживається насосною установкою, в загальному вигляді, можна визначити за виразом

$$P_P = P_F / \eta_н \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{перетв},$$

$$P_F = H^i \cdot G^i \cdot \rho^i \cdot g, \text{ Вт},$$

P_F - гідравлічна потужність для переміщення рідини насосною установкою, пояснення інших складових формул приведено вище.

На кресленні не приведені елементи для подачі живлення та для запуску насосної установки 1. Блок живлення та елементи його підключення на кресленні також не приведені.

Прийняті позначення U_n^i - амплітуда сигналу на і-му виході n-го блока.

Працює пристрій наступним чином. Подається живлення на ланцюги джерела Ш та на всі блоки та елементи пристрою, а також ланцюги живлення джерел постійної вхідної дії Е1, Е2, Е3. Сигнали з виходів модуля 2 діагностичних параметрів - точки 7, 8, 9, 10 подаються на входи функціональних перетворювачів 3, 4 та на вхід, точка 11, блока 5 розрахунку. На виході функціонального перетворювача 3, з врахуванням його вхідних сигналів від датчика продуктивності 2.3, датчика обертів 2.4 та від джерела постійної вхідної дії Е2, формується сигнал U_3, пропорційний фактичному значенню коефіцієнта корисної дії $\eta_н^i$ насоса при постійній або змінній частоті обертання робочого колеса, по виразу

$$\eta_н^i = \eta_{ном} - (\nu - q)^2 \eta_{ном} \nu^2,$$

де $\eta_{ном}$ - номінальний ККД насоса; сигнал, пропорційний $\eta_{ном}$ задається від джерела постійної вхідної дії Е2;

$q = G^i / G_{ном}$ - відносне значення продуктивності насосної установки 1;

G^i - фактичне значення продуктивність насосної установки 1, м^3/сек.

Значення G^i пропорційне вихідному сигналу $U_{2.3}$ датчика продуктивності 2.3

$G_{ном}$ - номінальна продуктивність насосної установки 1, м^3/сек; сигнал $k_{G_{ном}}$, пропорційний $G_{ном}$ задається у функціональному перетворювачі 3 при його налаштуванні.

$\nu = \omega^i / \omega_{ном}$ - відносне значення частоти обертання робочого колеса;

ω^i - фактичне значення частоти обертання, 1/сек.;

Значення ω^i пропорційне вихідному сигналу $U_{2.4}$ датчика обертів 2.4;

$\omega_{ном}$ - номінальне значення частоти обертання, 1/сек.; сигнал $k\omega_{ном}$, пропорційний $\omega_{ном}$ задається в функціональному перетворювачі 3 при його налаштуванні.

Тобто сигнал $U_3 = E2 - (U_{2.4} / k\omega_{ном} - U_{2.3} / k_{G_{ном}})^2 \cdot E2 \cdot (U_{2.4} / k\omega_{ном})^2$ та подається на вхід, точка 13, блока 5 розрахунку.

На виході функціонального перетворювача 4, з врахуванням його вхідних сигналів від датчика тиску 2.2, датчика продуктивності 2.3, та від джерела постійної вхідної дії Е1, формується сигнал U_4, пропорційний фактичному значенню потужності P_F гідравлічній насосної установки 1, що передається насосом рідкому середовищу, згідно з виразом

$$P_F = H^i \cdot G^i \cdot \rho^i \cdot g, \text{ Вт},$$

де H^i - фактичне значення тиску насосної установки 1, м;

значення H^i пропорційне сигналу $U_{2.2}$ датчика продуктивності 2.2;

G^i - фактичне значення продуктивності насосної установки 1, м^3/сек.;

значення G^i пропорційне сигналу $U_{2.3}$ датчика продуктивності 2.3;

ρ^i - значення густини рідини, що перекачується, кг/м^3;

g - значення прискорення вільного падіння, (9,8 м/сек.).

Сигнал, пропорційний ρ^i задається від джерела постійної вхідної дії E1, а сигнал k_g, пропорційний g задається в функціональному перетворювачі 4 при його налаштуванні.

Тобто сигнал $U_4 = U_{2.2} \cdot U_{2.3} \cdot E1 \cdot k_g$ та подається на другий вхід, точка 12, блока 5 розрахунку.

Вхідні сигнали U_3 та U_4, в точках 13 та 12 блока 5 розрахунку, подаються на блок 5.1 ділення, який забезпечує формування вихідного сигналу $U_{5.1}$, в відповідності до виразу $U_{5.1} = U_4 / U_3$. Сигнал $U_{5.1}$ пропорційний потужності на валу робочого колеса насосної установки з врахуванням фактичного значення коефіцієнта корисної дії $\eta_н^i$ насосної установки подається на перший вхід блока 5.2 множення, який забезпечує формування вихідного сигналу $U_{5.2}$, відповідно до виразу $U_{5.2} = U_{5.1} \cdot k_3$, сигнал від джерела постійної вхідної дії E_3 пропорційний $k_3 = 1/\eta_{дв} \cdot \eta_{перетв}$

$\eta_{дв}$ - значення ККД електродвигуна приводу насосної установки 1;

$\eta_{перетв}$ - значення ККД перетворювача для електродвигуна приводу насосної установки 1.

Сигнал $U_{5.2}$, який пропорційний розрахунковому значенню потужності P_P подається на перший вхід блока 5.3 порогових рівнів, на другий вхід якого подається сигнал $U_{2.1}$ від датчика потужності, точка 11. Блок 5.3 порогових рівнів має три виходи і на одному з них в залежності від рівня вхідних сигналів $U_{2.1}$ та $U_{5.2}$ формується рівень логічної одиниці відповідно до виразу

$$U_{5.3}^1 = 1 \quad \text{при} \quad U_{2.1} < 1{,}0 U_{5.2} \quad \text{"Норма"}$$
$$U_{5.3}^i = U_{5.3}^2 = 1 \quad \text{при} \quad U_{2.1} \le 1{,}05 U_{5.2} \quad \text{"Увага"}$$
$$U_{5.3}^3 = 1 \quad \text{при} \quad U_{2.1} \ge 1{,}1 U_{5.2} \quad \text{"Аварія"}.$$

Блок 5.3 порогових рівнів може бути виконаний з використанням операційних підсилювачів, має гальванічну розв'язку між вхідними та вихідними ланцюгами. Ланцюги та елементи для налаштування блока 5.3 порогових рівнів не показано. Вихідні сигнали $U_{5.3}^1$, $U_{5.3}^2$, $U_{5.3}^3$ блока 5.3 порогових рівнів подаються на три входи, точки 15, 16, 17 табло 6, яке забезпечує світлову індикацію трьох станів енергетичних режимів роботи насосної установки 1: "Норма", "Увага", "Аварія" відповідно до приведеного вище виразу.

Якщо фактичне значення сигналу $U_{2.1} \ge 1{,}1 U_{5.2}$, то видається на третій вхід табло 6 рівень логічної одиниці і появляється світлова індикація "Аварія", що вимагає негайних дій обслужуючого персоналу для запобігання втратам електроенергії. При $U_{2.1} \le 1{,}05 U_{5.2}$, видається на другий вхід табло 6 рівень логічної одиниці і появляється світлова індикація "Увага" і аналогічно при значенні сигналу $U_{2.1} < 1{,}0 U_{5.2}$ - світлова індикація "Норма".

Використання запропонованого пристрою дозволяє оцінювати енергоефективність насосної установки за встановленими показниками, що задаються від джерел постійної вхідної дії E1, E2, E3, і контролювати зміну параметрів використовуваного устаткування за критичні значення, виявляти тим самим енергетично неефективне обладнання насосної установки і оперативно реагувати, реалізовуючи необхідні енергозберігаючі заходи.

Пристрій забезпечує контроль та управління процесом у всьому діапазоні навантажень на насосну установку, дозволяє оперативно оцінювати енергоефективність насосного устаткування за встановленими показниками для регульованих електроприводів на об'єктах водопостачання, просто адаптувати пристрій при можливих змінах в технології його роботи, знизити витрати електроенергії і підвищити надійність установки в цілому.

Джерела інформації:

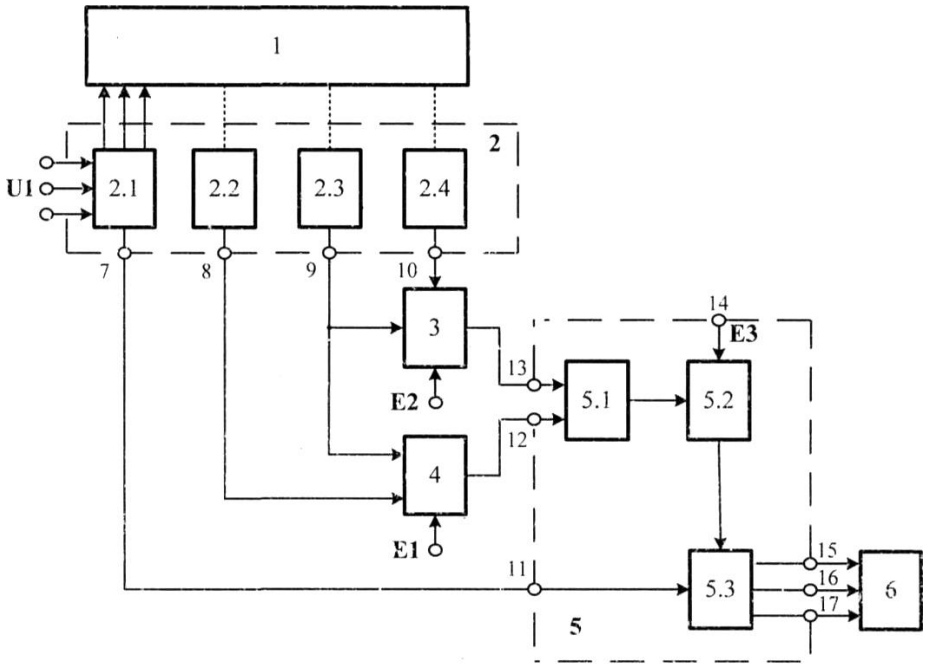
1. Патент України № 119860. "Пристрій керування насосною установкою". МПК F04D 15/00. Опубл. 10.10.2017, Бюл. № 19.

2. Патент Российской Федерации № 62668. "Система управления энергопотреблением насосных станций предприятия коммунального хозяйства". МПК F04B 51/00. Опубл. 27.04.2007.

3. Патент Российской Федерации № 2600202. "Автоматизированная система динамической оценки энергоэффективности насосного оборудования" МПК F04D15/00. Опубл. 20.10.2016, Бюл. № 29.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій визначення енергоефективності насосної установки, що містить блок розрахунку, табло, модуль діагностичних параметрів, три виходи якого сполучені, відповідно, з виходами датчиків потужності, тиску, продуктивності, та три ланцюги для підключення до мережі живлення через датчик потужності, який **відрізняється** тим, що додатково містить три джерела постійної вхідної дії, два функціональні перетворювачі, модуль діагностичних параметрів має датчик обертів, вихід якого сполучено з четвертим виходом, блок розрахунку складається з послідовно сполучених блока ділення, блока множення, блока порогових рівнів, три виходи якого є виходами блока розрахунку і підключені до відповідних трьох входів табло, а перший та другий входи сполучені з першим та другим входами блока ділення, третій вхід сполучено з першим джерелом постійної вхідної дії, четвертий вхід сполучено з першим виходом модуля діагностичних параметрів, другий вихід якого сполучено з першим входом першого функціонального перетворювача, третій вихід - з його другим входом та першим входом другого функціонального перетворювача, четвертий вихід сполучено з другим входом другого функціонального перетворювача, третій вхід якого сполучено з другим джерелом постійної вхідної дії, а вихід сполучено з першим входом блока розрахунку, другий вхід якого сполучено з виходом першого функціонального перетворювача, третій вхід якого сполучено з третім джерелом постійної вхідної дії, а четвертим входом підключено до другого входу блока порогових рівнів.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601