



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28955 (13) U
(51) МПК (2006)
F04D 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ

1

2

(21) u200709994

(22) 06.09.2007

(24) 25.12.2007

(72) ГРАБКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, UA,
МОШНОРІЗ МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Пристрій керування насосною установкою, що містить асинхронний двигун, відцентровий насос, перетворювач для живлення силового кола двигуна, два суматори, обчислювальний блок, блок задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача, причому вхід перетворювача для живлення силового кола двигуна з'єднаний з трифазною мережею живлення, вал асинхронного двигуна підключений до вала робочого колеса відцентрового насоса, другий вхід

обчислювального блока з'єднаний з виходом блока задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача, який **відрізняється** тим, що в нього введено сенсор швидкості, задавач тиску та задавач подачі, причому вхід сенсора швидкості підключений до вала робочого колеса відцентрового насоса, його вихід з'єднаний з першим входом обчислювального блока, перший та другий виходи якого підключені відповідно до перших входів першого та другого суматорів, другий вхід першого суматора з'єднаний з виходом задавача тиску, а другий вхід другого суматора підключений до виходу задавача подачі, виходи першого та другого суматорів з'єднані відповідно з першим та другим керуючими входами перетворювача для живлення силового кола двигуна, виходи якого підключені до трифазної обмотки статора асинхронного двигуна.

Корисна модель відноситься до області електротехніки та може бути використана в системах керування регульованим електроприводом насосних установок для забезпечення необхідного режиму роботи насосного агрегату.

Відомий пристрій керування режимом роботи насосної установки [Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках. - М.: «Энергоатомиздат», 1991г., с.98], що містить регульований електропривод того або іншого типу, насос, задаючий пристрій, регулятор, датчик тиску і суматор, причому вихід датчика тиску з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до виходу задаючого пристрою, вихід суматора з'єднаний з входом регулятора, вихід якого підключений до входу регульованого електропривода, вал якого з'єднаний з валом робочого колеса насоса.

Недоліком даного пристрою є те, що датчик, який в ньому використовується, є надто дорогим приладом контролю, який працюючи в агресивному середовищі, з часом втрачає точність виміру, потребує частих перевірок, що зумовлює додаткові витрати на ремонт та обслуговування.

Крім того, системи подібного роду можуть замикатися не тільки по тиску (напору), але і по продуктивності (подачі) насосної установки. В такому разі система характеризується низькими показниками надійності по причині використання двох датчиків такого типу.

За прототип обрано пристрій контролю параметрів насосної установки [Патент України №55324. МПК7 F04D15/00, бюл. №3, 2003], що містить асинхронний двигун, відцентровий насос, перетворювач для живлення силового кола двигуна, датчик потужності на затискачах статора асинхронного двигуна, датчики струму статора, напруги та частоти, три суматора, блок визначення втрат двигуна, блок задання параметрів схеми заміщення та механічних втрат двигуна, обчислювальний блок для визначення фактичних параметрів насосної установки (в подальшому обчислювальний блок), блок задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача, причому вхід перетворювача для живлення силового кола двигуна з'єднаний з трифазною мережею живлення, його виходи через датчик потужності підключені до обмотки статора

UA (19) 28955 (13) U

асинхронного двигуна, вал якого з'єднаний з валом робочого колеса відцентрового насоса, вихід датчика потужності підключений до першого входу першого суматора, вхід датчика струму з'єднаний з однією з фаз живлення асинхронного двигуна, входи датчиків напруги та частоти підключені до двох фаз живлення асинхронного двигуна, виходи датчиків струму, напруги та частоти з'єднані відповідно з першим, другим та третім входами блока визначення втрат двигуна, четвертий вхід якого підключений до виходу блока задання параметрів схеми заміщення та механічних втрат двигуна, вихід блока визначення втрат двигуна з'єднаний з другим входом першого суматора, вихід першого суматора, підключений до першого входу обчислювального блока, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача, перший вихід обчислювального блока підключений до першого входу другого суматора, другий вихід обчислювального блока з'єднаний з першим входом третього суматора, на другі входи другого та третього суматорів надходять відповідно задачі сигнали тиску та подачі, виходи другого та третього суматорів підключені до управляючих входів перетворювача для живлення силового кола двигуна.

Головним недоліком даного пристрою є велика кількість датчиків, що збільшує вартість пристрою, вносить похибку у визначення контрольованих параметрів насосної установки, зменшує надійність системи.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою керування насосною установкою, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість зменшити кількість датчиків, що дозволяє зменшити вартість, підвищити точність та надійність пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій керування насосною установкою, що містить асинхронний двигун, відцентровий насос, перетворювач для живлення силового кола двигуна, два суматора, обчислювальний блок, блок задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача, причому вхід перетворювача для живлення силового кола двигуна з'єднаний з трифазною мережею живлення, вал асинхронного двигуна підключений до валу робочого колеса відцентрового насоса, другий вхід обчислювального блока з'єднаний з виходом блока задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача введено сенсор швидкості, задавач тиску та задавач подачі, причому вхід сенсора швидкості підключений до валу робочого колеса відцентрового насоса, його вихід з'єднаний з першим входом обчислювального блока, перший та другий виходи якого підключені відповідно до перших входів першого та другого суматорів, другий вхід першого суматора з'єднаний з виходом задавача тиску, а другий вхід другого суматора підключений до виходу задавача подачі, виходи першого та другого суматорів з'єднані відповідно з

першим та другим керуючими входами перетворювача для живлення силового кола двигуна, виходи якого підключені до трифазної обмотки статора асинхронного двигуна.

Пристрій керування насосною установкою пояснюється кресленнями, причому на Фіг.1 зображена блок-схема пристрою, на Фіг.2 - алгоритм роботи обчислювального блоку.

На Фіг.1: 1 - перетворювач для живлення силового кола двигуна; 2- асинхронний двигун; 3 - відцентровий насос; 4 - сенсор швидкості; 5 - обчислювальний блок; 6-блок задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача; 7 - задавач тиску, 8, 9 - відповідно перший та другий суматори, 10 - задавач подачі, причому вхід перетворювача для живлення силового кола двигуна 1 з'єднаний з трифазною мережею живлення, вал асинхронного двигуна 2 підключений до валу робочого колеса відцентрового насоса 3, другий вхід обчислювального блока 5 з'єднаний з виходом блока задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача 6, вхід сенсора швидкості 4 підключений до валу робочого колеса відцентрового насоса 3, його вихід з'єднаний з першим входом обчислювального блока 5, перший та другий виходи якого підключені відповідно до перших входів першого 8 та другого 9 суматорів, другий вхід першого суматора 8 з'єднаний з виходом задавача тиску 7, а другий вхід другого суматора 9 підключений до виходу задавача подачі 10, виходи першого 8 та другого 9 суматорів з'єднані відповідно з першим та другим керуючими входами перетворювача для живлення силового кола двигуна 1, виходи якого підключені до трифазної обмотки статора асинхронного двигуна 2.

Запропонований пристрій працює так.

Відповідно до сигналів керування на керуючих входах перетворювача для живлення силового кола двигуна 1 на його виходах формується трифазна напруга певної величини та частоти, яка подається на трифазну обмотку статора асинхронного двигуна 2. Відповідно до цієї напруги асинхронний двигун 2 розганяє робоче колесо відцентрового насоса 3 до певної швидкості обертання. На виході сенсора швидкості 4 формується сигнал, пропорційний швидкості обертання робочого колеса відцентрового насоса 3, який подається на перший вхід обчислювального блока 5, на другий вхід якого подаються сигнали, пропорційні конструктивним і енергетичним параметрам відцентрового насоса та параметрам мережі споживача з блока задання конструктивних і енергетичних параметрів відцентрового насоса та параметрів мережі споживача 6. Обчислювальний блок 5 призначений для визначення фактичних значень напору H_{ϕ} та подачі Q_{ϕ} насосної установки.

Рівняння $H(Q)$ відцентрового насоса залежить від вигляду напірних характеристик:

- для відцентрових насосів, що мають характеристики з явно визначеним максимумом

$$H = A_1 v^2 + B_1 v Q + C_1 Q^2; \quad (1)$$

- для відцентрових насосів з пологими характеристиками

$$H = A_2 v^2 + C_2 Q^2, \quad (2)$$

де A_1, B_1, C_1, A_2, C_2 - коефіцієнти апроксимації;

v - відносна швидкість обертання робочого колеса відцентрового насоса.

Характеристика мережі споживача описується рівнянням:

$$H = H_c + R_c Q^2, \quad (3)$$

де H_c - статичний напір, який йде на підйом рідини на певну висоту; R_c - гідродинамічний опір мережі.

В точці робочого режиму відцентрового насоса додержується рівність напорів, що дозволяє, прирівнявши праві частини рівнянь (1), (3) або (2), (3), отримати вираз $Q=f(v)$:

- для відцентрових насосів з характеристиками, що мають максимум

$$Q = \frac{-B_1 v - \sqrt{B_1^2 v^2 - 4(C_1 - R_c)(A_1 v^2 - H_c)}}{2(C_1 - R_c)}; \quad (4)$$

- для відцентрових насосів з пологими характеристиками

$$Q = \sqrt{\frac{H_c - A_2 v^2}{C_2 - R_c}}. \quad (5)$$

Другий корінь рівняння (4) зі знаком «+» перед дискримінантом відкидається, через те, що він дає негативне значення подачі.

Підставивши v в вирази (4) або (5), отримаємо фактичне значення подачі насосної установки Q_f . Знаючи Q_f , легко визначити, використовуючи рівняння (1), (2), величину фактичного значення напору H_f відцентрового насоса.

В пристрої керування передбачена можливість зворотного зв'язку по напору та зворотного зв'язку по подачі (пунктирна лінія на Фіг.1), що реалізуються шляхом введення суматорів 8 і 9.

Сигнал H_f надходить з першого виходу обчислювального блока 5 на перший вхід першого суматора 8, на другий вхід якого подається сигнал задання $H_{зад}$ з виходу задавача тиску 7. Якщо необхідний тиск (напір) перевищить фактичне значення, то сигнал зворотного зв'язку $\Delta H = H_{зад} - H_f$, який подається на перший керуючий вхід перетворювача для живлення силового кола двигуна 1 буде сприяти збільшенню швидкості обертання асинхронного двигуна 2. Процес регулювання буде відбуватися до тих пір, доки заданий і фактичний сигнали не стануть рівними. Якщо $H_{зад} < H_f$, то сигнал зворотного зв'язку буде негативним, і це призведе до зниження швидкості обертання.

Процес регулювання може здійснюватися також за рахунок порівняння заданого і фактичного сигналу подачі насосної установки. Сигнал Q_f надходить з другого виходу обчислювального блока 5 на перший вхід другого суматора 9, на другий вхід якого подається сигнал задання $Q_{зад}$ з виходу задавача подачі 10. В разі, якщо необхідна величина подачі перевищує фактичну, сигнал $\Delta Q = Q_{зад} - Q_f$, який подається на другий керуючий вхід перетворювача для живлення силового кола двигуна 1 буде направлений на збільшення частоти обертання

асинхронного двигуна. Якщо $Q_{зад} < Q_f$, сигнал зворотного зв'язку буде негативним і це призведе до зниження швидкості обертання. Процес регулювання буде відбуватися до тих пір, доки заданий і фактичний сигнали не стануть рівними.



Фіг. 2