

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВІДЦЕНТРОВИМИ НАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ

Попович М.Г., проф., дтн., Кіселичник О.І., доц., ктн., Бур'ян С.О., магістрант

У галузі систем керування водопостачанням вітчизняними та зарубіжними науковцями проведено велику кількість досліджень та розробок. Проте, ця інформація носить розрізнений характер, вона недостатньо систематизована і не дає цілісної картини оцінки напрямків та перспектив подальших досліджень. При систематизації автоматизованих насосних установок можна визначити два основних напрямки рішення цих питань: на основі технологічного керування (рис.1) та на основі застосування електромеханічних систем автоматичного керування (рис.2). Крім двох вказаних основних напрямків існує “гібридний” спосіб, який поєднує методи технологічного керування та на основі електромеханічних систем автоматичного керування.

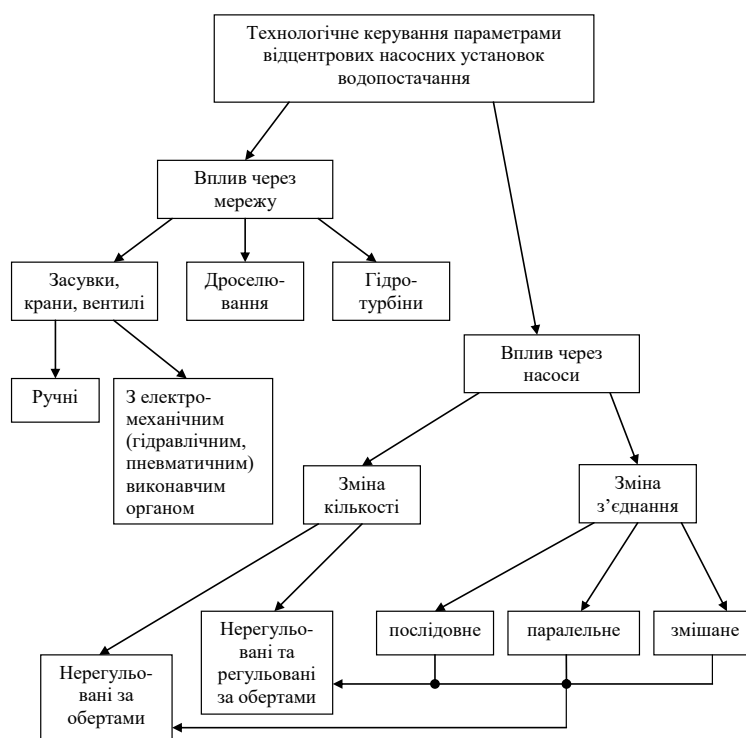


Рис. 1. Систематизація на основі технологічного керування

Технологічний підхід передбачає оцінку засобів технічної реалізації способів керування параметрами (напорами, витратами) системи водопостачання. Як відомо, змінювати витрати чи тиск в системі водопостачання можна,

впливаючи на гідравлічну мережу, на насоси чи одночасно на те і на інше. При цьому керування через насоси є більш енергоефективним, але вимагає більших капіталовкладень. Для зміни гідравлічного опору мережі, тобто, непрямой зміни витрат чи тиску використовують засувки (крани, вентилі) з ручним чи електромеханічним (гідравлічним, пневматичним) виконавчим органом. Вищезазначений спосіб фактично означає, що в мережу вводиться додатковий послідовний опір, на якому розсіюється зайва енергія. Коефіцієнт корисної дії системи при цьому суттєво зменшується. Можлива організація дроселювання, яка в електричних колах нагадує підключення паралельних опорів. Замість розсіювання кінетичної енергії руху води її можна використовувати для приводу гідротурбін, до яких під'єднуються електрогенератори. Тоді коефіцієнт корисної дії покращується.

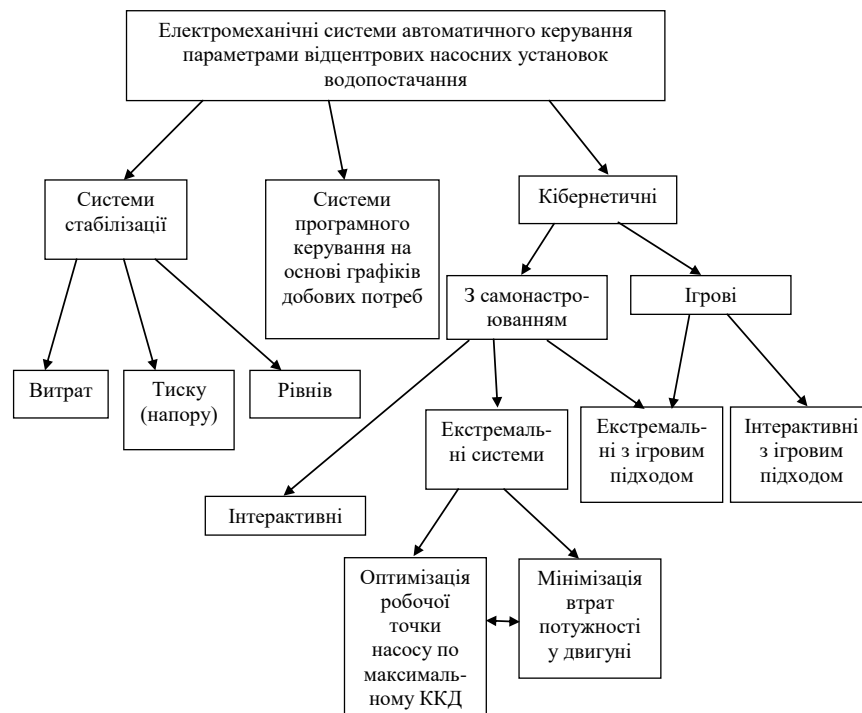


Рис. 2. Систематизація на основі електромеханічних систем автоматичного керування

Насосів в системі водопостачання може бути різна кількість. Очевидно, змінюючи кількість працюючих насосів у системі водопостачання на основі інформації відповідних датчиків, можна не лише регулювати витрати (напір) відповідно потреб, але й запроваджувати певні енергозберігаючі алгоритми. У цьому випадку зайва енергія не розсіюється, а дискретно відключається-

включається. Точність керування параметрами визначається дискретністю потужності, яка вводиться в мережу. Послідовне з'єднання насосів застосовується для підвищення напору, паралельне – продуктивності. При цьому замість одного насосу високої потужності застосовується декілька нижчої. В системах водопостачання часто практикують одночасне використання як некерованих, так і керованих за швидкістю насосів.

Згідно (рис.2) в системах водопостачання використовуються: системи стабілізації, програмного керування та кібернетичні (ігрові та з самонастроюванням).

Стабілізація напору в диктуючій точці забезпечує автоматичне зменшення (збільшення) швидкості насосу при зменшенні (збільшенні) водовідбору. Стабілізація рівнів води в резервуарах з метою енергозбереження організовується таким чином, щоб геодезичний перепад висот при перекачуванні був мінімально можливим. Стабілізація витрат використовується, в основному, в системах дозування та змішування. Технічна реалізація систем стабілізації здійснюється на основі керованих електроприводів як насосних установок, так і запірної арматури.

Системи програмного керування змінюють швидкість насосів у відповідності до графіків добового споживання, які формують наперед шляхом експериментальних досліджень. Для реалізації програмуемого задавача напору (швидкості) насосу можливе використання нейронних мереж.

Кібернетичні системи автоматично забезпечують пошук бажаного режиму роботи насосної установки (системи з самонастроюванням), або, враховуючи особливості поведінки споживачів, ініціюють певну гру (ігрові), в результаті якої досягається енергозбереження.

Інтерактивні системи змінюють напір (витрати) на основі оцінки побутової активності споживачів. Непряма її оцінка можлива на основі вимірювання споживання електричної енергії будинками, мікрорайонами, тощо. При цьому в систему вводиться деяке запізнення по керуванню, що враховує часовий зсув між початком електроспоживання та водопостачання. У випадку промислових систем

водопостачання активність споживачів можна оцінити на основі стану локальної запірної арматури, оснащеної сервоприводами.

При екстремальному керуванні автоматично забезпечується статичний режим роботи насосу з максимально можливим ККД при заданих витратах або привідного двигуна з мінімумом сумарних (або активних) втрат потужності. Можлива і одночасна оптимізація, при якій підсистема мінімізації втрат у двигуні є підпорядкованим контуром системи пошуку робочої точки насосу з максимально-можливим ККД. Для працездатності екстремальних систем достатньо самого факту існування точки екстремуму. Залежність ККД насосу від величини витрат для кожного конкретного значення обертів має точку максимуму, а функція втрат потужності в двигуні для сталих значень частоти напруги живлення та моменту навантаження носить параболічний характер. Для технічної реалізації процедури пошуку робочого режиму насосу з максимально-можливим ККД при поточній швидкості використовуються експериментальні (каталожні) напірні характеристики, отримані для точок з максимально-можливими ККД. Впровадження технології оптимізації енергетики двигуна вимагає використання перетворювача частоти з окремим керуванням частотою і амплітудою.

В інтерактивних системах з ігровим підходом контролер дискретно змінює оберти насосу (формує правила гри) і оцінює реакцію споживачів. Порівнюючи реальну величину водоспоживання з теоретичною, яка мала б виникнути при зміні обертів, пропорційно зменшує чи збільшує оберти. Якщо споживачі не реагують на зміну обертів (витрат), тобто не приймають правила гри, то швидкість поступово фіксовано зменшується. Таким чином, автоматично визначається мінімально-достатня швидкість насосу для задоволення потреб споживачів. Можливе поєднання екстремального керування з ігровим підходом. Систематизація напрямків у сфері автоматичного керування відцентровими насосними установками водопостачання сприяє визначенню шляхів подальших наукових досліджень та інженерних розробок, дозволяє більш чітко уявити особливості та можливості автоматичного керування в даній галузі.