ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЦЬ РОБОТИ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПОСЛІДОВНОГО З'ЄДНАННЯ НАСОСІВ ЗА ВІДСУТНОСТІ РЕАКЦІЇ СПОЖИВАЧІВ

Бур'ян С.О., асистент, Грищук Т.В., магістрантка
кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. В залежності від статичного напору в мережі та її гідравлічного опору загальна характеристика мережі для двох паралельно працюючих насосів, один з яких є керований за швидкістю, може змінювати своє положення на площині статичних характеристик. Виходячи з цього характеристика мережі керованого насоса також змінює своє положення. Від взаємного розташування статичної характеристики насоса та характеристики мережі залежить положення вихідної робочої точки. Тому робота екстремального енергоефективного алгоритму керування ККД насосною установкою [1] може бути обмежена. Також можливі варіанти існування зони нестабільної роботи алгоритму, що не призводить до підвищення енергоефективності системи.

Мета досліджень. Визначити границі роботи екстремального енергоефективного алгоритму керування ККД насосної установки, виходячи з розташування характеристики гідравлічної мережі.

Матеріали досліджень. У загальному випадку для двох послідовно працюючих насосів алгоритм поданий у [2]. Розглянемо різні випадки розташування характеристики гідравлічної мережі під час роботи екстремального контролера.

У загальному випадку рівняння статичної характеристики має вигляд

$$H = H_{ст} + aQ^2, \quad (1)$$

де $H_{ст}$ – статичний напір в мережі; a – гідравлічний опір мережі; Q – загальні витрати двох насосів.

Лінія максимального ККД також апроксимується квадратичною характеристикою

$$H = dQ^2, \quad (2)$$

де d – коефіцієнт нахилу лінії максимального ККД, що залежить від типу насосу.

Напірні характеристики насосів Н1 та Н2 описується рівняннями

$$H = H_{01} - a_{н1}Q_1^2, \quad (3)$$

$$H = H_{02} - a_{н2}Q_2^2, \quad (4)$$

де H_{01}, H_{02} – напори насоса 1 та насоса 2 при нульовій продуктивності відповідно; $a_{н1}$, $a_{н2}$ – гідравлічні опори насосів; Q_1, Q_2 – продуктивності насосів.

На основі рівнянь (3), (4) та (1) можна записати вираз для статичної характеристики гідравлічної мережі насосу 1, віднявши від характеристики мережі статичну характеристику насосу 2

$$H_{01} - a_{н1}Q^2 = H_{ст} + aQ^2 - \left(H_{02} - a_{н2}Q^2\right). \quad (5)$$

Після перетворення отримаємо статичну характеристику мережі для насосу 1

$$H_{01} - a_{н1}Q^2 = H_{ст1} + a_1Q^2, \quad (6)$$

де

$$H_{ст1} = H_{ст} - H_{02}, \quad (7)$$

$$a_1 = a + a_{н2}. \quad (8)$$

На рис. 1 зображені можливі характеристики гідравлічної мережі для насосу 1 при послідовному з'єднанні двох насосних агрегатів.

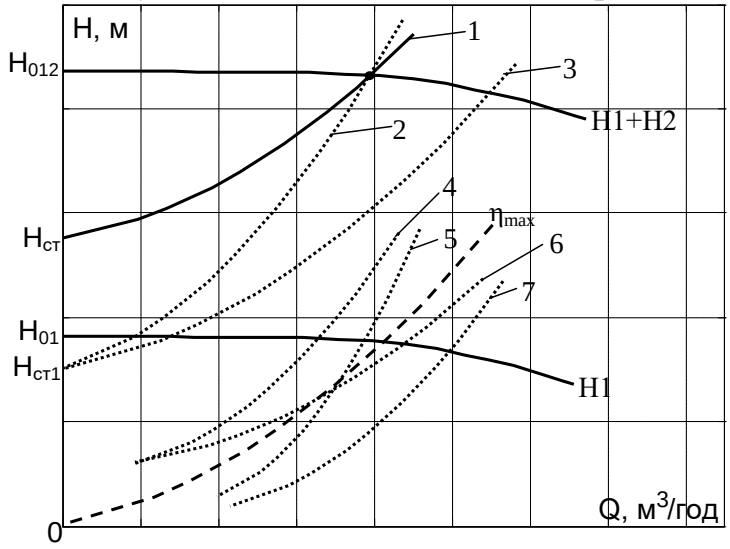

Рис. 1. Можливі характеристики гідравлічної мережі для насосу 1 та загальні характеристики гідравлічної мережі

Розглянемо варіанти роботи екстремального алгоритму для різних характеристики гідравлічної мережі для керованого насосу 1.

Якщо виконуються умови що

$$H_{ст} > H_{01}, \quad (9)$$

та

$$a_1 < d, \quad (10)$$

загальна характеристика мережі буде мати вигляд 1, а характеристика мережі для насосу 1 буде мати вигляд 4 або буде вищою за неї. За таких умов при роботі екстремального алгоритму робоча точку не опиниться на лінії максимального ККД η_{max}, а швидкість зменшиться до граничного значення. За рахунок зменшення швидкості зменшиться потужність що споживається двигуном.

Якщо за умови (9) виконується нерівність

$$a_1 > d, \quad (11)$$

характеристика мережі насосу 1 буде мати вигляд 6, або нижчою за неї. При цьому алгоритм буде працювати на збільшення швидкості, яка буде зростати до максимального значення, що знижує енергоефективність системи.

У випадку, коли виконується умова (10) та

$$H_{ст} < H_{01}, \qquad (12)$$

загальна характеристика мережі буде мати вигляд 3, а характеристика мережі для насосу 1 буде мати вигляд 7 або буде вищою за неї. Цей випадок аналогічний попередньому та також призводить до зниження енергоефективності системи.

Якщо за умови (12) виконується нерівність (11), загальна характеристика мережі буде мати вигляд 2, а характеристика мережі для насосу буде мати вигляд 5. У цьому випадку при зменшенні швидкості робоча точка опиниться на лінії максимального ККД, що призведе до підвищення енергоефективності системи, а також до зниження потужності, що споживається.

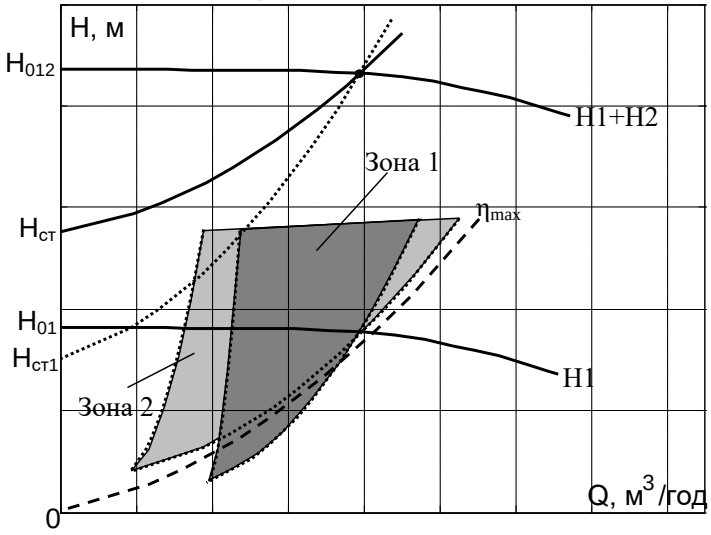

Рис. 2. Допустимі межі розташування характеристик мережі при роботі екстремального алгоритму за умови відсутності реакції споживачів

Висновки. Розташування характеристики гідравлічної мережі визначає границі роботи екстремального енергоефективного алгоритму. Для його роботи оптимальною є зона характеристик мережі 1, в яких виконуються умови (12) та (11), що зображена на рис. 2. Зона 2 також є допустимою, хоча розташування в ній характеристики мережі призводить тільки до зниження потужності, що споживає насос 1.

Перелік посилань

1. Бур'ян С.О., Грищук Т.В. Двоканальна екстремальна електромеханічна система автоматичного керування насосною установкою // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика – Харків: НТУ «ХПІ», 2010, №28, с. 176-179.

2. Popovich M., Kiselychnyk O., Buryan S. Extremal electromechanical control system of water supply pumps connected in series // Transactions of Kremenchuk State University. Kremenchuk: KSU, N3/2010 (62), part 2, 2010. pp.37-41.