

УДК 62-522.2

Лі Цян, О.В. Левченко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Енергетична ефективність промислових систем гідроприводів

Система гідравлічного приводу - це система передачі, яка використовує енергію тиску рідини для передачі, перетворення та управління енергією. Вона має переваги великої щільності потужності, широкого діапазону швидкостей, хороших керуючих характеристик та простої автоматизації. Тому вона широко застосовується в машинобудуванні, металургійній техніці та військовій промисловості[1].

Зі швидким розвитком промислових технологій у всьому світі, дефіцит енергії та забруднення навколишнього середовища стають все більш серйозними. У промисловій гідравлічній системі є такі проблеми, як низька енергоефективність та підвищена робоча температура. Внаслідок цих проблем, не тільки витрачається багато енергії, але і вплине на стабільність роботи гідравлічної системи. Тому ефективність промислової системи гідроприводу стала предметом широкого занепокоєння.

Рівень ефективності також став головним показником для вимірювання промислового гідравлічного обладнання. Зазвичай, підвищення ефективності промислових систем гідроприводів на 10-30% дасть змогу зменшити затрати на експлуатацію автоматичної системи в цілому на 3-15%.[2] Тому вивчення ефективності промислових систем гідроприводів є важливою темою дослідження. Підвищення ефективності роботи промислової системи гідроприводу має не лише важливе значення економії енергії та захисту навколишнього середовища, і для самої промислової гідравлічної системи, воно також може знизити вироблення тепла, знизити температуру гідробаку, підвищити керування роботою системи та підвищити конкурентоспроможність гідравлічної технології.

Ефективність відноситься до відношення вихідної потужності системи до вхідної потужності і є основним показником для вимірювання використання енергії системи під час роботи. Загальний вираз ефективності всієї системи гідроприводу є

$$\eta = \eta_d \eta_n \eta_k \eta_{вп} = \eta_d \eta_n \frac{p_{нав} q_{нав}}{p_n q_n} \eta_{вп} = \eta_d \eta_n \frac{p_{нав} q_{нав}}{(p_{нав} + \Delta p)(q_n + \Delta q)} \eta_{вп},$$

де η_d - загальний ККД двигуна,
 η_n - загальний ККД гідравлічного насоса,
 η_k - ККД гідравлічного контуру,
 $\eta_{вп}$ - загальний ККД виконавчого пристрою,
 $p_{нав}, q_{нав}$ - Вхідний тиск і витрата навантаження,
 p_n, q_n - Вихідний тиск і витрата гідравлічного насоса,
 $\Delta p, \Delta q$ - Надмірна втрата тиску і потоку.

З наведеної вище формули втрати енергії промислової системи гідроприводу можна розділити на чотири частини, які є втратою двигуна, втратою ефективності елементів перетворення енергії (гідравлічні насоси, гідравлічні двигуни) та втратою потоку тиску в контурі системи.

З іншого боку, втрати енергії в промислових гідравлічних системах можна розділити на три категорії за різними причинами:

1. Втрати елементів перетворення енергії в процесі перетворення. Сюди входять механічні втрати на тертя, втрати тиску та втрати об'єму в гідравлічних насосах та гідромоторах. Основною формою цієї втрати енергії є перетворення підвищення температури в тепло, яке неможливо відновити. Кількість втрат енергії пов'язана не тільки з типом елемента перетворення енергії, але і з такими факторами, як умови праці, робочі точки та умови зносу.

2. Втрати при передачі визначаються структурою системи. Надлишковий потік і надлишковий тиск - першопричини споживання енергії в гідравлічних контурах. У промислових гідроприводних системах управління дроселем є основним методом реалізації різних функцій управління, але падіння тиску неминуче відбувається через гідравлічний дросель. Це падіння тиску, з одного боку, є розумним значенням втрат, необхідним для реалізації певної функції управління, а з іншого - це також споживання енергії і не потрібно. Тобто регулювання дросель потоку відбувається за рахунок споживання енергії. Розмір цих втрат енергії в основному пов'язаний з типом і компонованням допоміжних елементів, таких як контрольні елементи, акумулятори, фільтри та охолоджувачі. І це також пов'язано зі способом з'єднання трубопроводів між елементами, формою, кількістю та розмірами стиків і труб.

3. Відповідні втрати, спричинені непридатністю гідравлічного джерела та навантаження. У минулому дизайнери часто проектували систему на основі максимального навантаження системи. Тому енергія, що подається гідравлічним джерелом до системи, часто не відповідає потребам навантаження. За умов експлуатації з низьким навантаженням це часто призводить до відповідних втрат надмірної енергії, тим самим витрачаючи багато енергії.

Відповідно до аналізу ефективності та втрат енергії вищезазначеної промислової системи гідроприводу відомі два ефективні способи здійснення енергозбереження гідравлічної системи: один - вибір відповідних та ефективних гідравлічних елементів для покращення та підвищення ефективності перетворення енергії елементів; інший - розробка розумної гідравлічної системи для підвищення ефективності гідравлічної системи.

Тому основними специфічними способами економії енергії в промислових системах гідроприводу є наступні[3]:

(1) Підвищення ККД самих гідравлічних елементів та зменшення втрат енергії керуючих елементів. Залучається до підвищення ефективності перетворення енергії та зменшення споживання електроенергії керуючих елементів.

(2) Поліпшити співвідношення між двигуном та насосом, тим самим підвищивши ефективність роботи двигуна.

(3) Зменшення надлишкового тиску і зробіть вихідний тиск системи максимально наближеним до тиску навантаження. Це один з найбільш очевидних заходів щодо енергозберігаючого ефекту гідравлічної системи. Надмірний тиск включає: падіння тиску на дорозі та місці і надмірний тиск подачі.

(4) Зменшення надлишкового витрати є ще одним основним змістом енергозберігаючих заходів у гідравлічних системах. Надлишковий потік включає витік і надмірний потік, що забезпечується гідравлічним джерелом. Перший головним чином залежить від якості герметизації гідравлічних елементів, а останній залежить від раціональності гідравлічного джерела, тим самим підвищуючи ефективність передачі та ефективність узгодження. Для систем з підвищеною працездатністю зменшення надлишкового потоку матиме значний ефект енергозбереження.

(5) Зберігання та переробка енергії. Цей метод дуже ефективний для гідравлічних систем з рекуперацією енергії та нерівномірним споживанням енергії, таких як мобільні машини або підйомні механізми.

Висновки:

1. Значення енергозбереження в промислових системі гідроприводу.
2. Розрахунок загальної ефективності гідравлічної системи.
3. Три види втрат енергії в промислових системах гідроприводу.
4. П'ять основних конкретних способів економії енергії в гідравлічній системі.

Список використаних джерел

1. Яхно О.М. Повышение эффективности использования энергии в гидравлических механизмах сельскохозяйственных машин / О.М. Яхно, С.И. Пастушенко // Всеукраїнський науково-технічний журнал “Промислова гідравліка і пневматика”. – 2004. – Вип. 3. – С. 92-98.

2. Левченко О.В. Підвищення ефективності роботи систем гідроприводів циклічної дії / О.В. Левченко // В кн.: Вісник Національного технічного університету України («КПІ») Серія машинобудування. – 2012. – Вип. 65. – С. 125-130.

3. Левченко, О.В. Дослідження розподілу втрат енергії за циклограмою роботи системи гідроприводів / Автоматизація технологічних і бізнес-процесів: наук.-виробн. журн. / Одес. нац. акад. харчових технологій. – Одеса: [№7/1], 2015. С. 35-40.