

УДК 621.22

Д.В. Кобець, О.В. Левченко

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

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГІДРОСИСТЕМИ З ДИСКРЕТНИМ ТА ПРОПОРЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

Завдячуючи високій енергоємності, гідравлічні приводи мають відносно незначну масу та невеликі розміри. Вони забезпечують досить точне і швидке керування великими енергіями та силами. Поєднання цих переваг гідроприводу дало можливість йому зайняти вагому нішу в машинобудуванні, автомобілебудуванні та авіації.

Особливістю пропорційної гідравліки є її висока точність та енергозбереження. Застосування пропорційних розподільників у системі дозволяє точно керувати витратою та тиском, що, відповідно, впливатиме на характеристики приводів, такі як сила, крутний момент, прискорення, швидкість, хід циліндра тощо. Завдяки цим особливостям, використання пропорційних гідроклапанів дозволить замінити одразу декілька клапанів, таких як дискретний розподільник та регулятор потоку.

Використання дискретних розподільників на виробництвах має свої переваги, але порівняно з пропорційною гідравлікою має низку недоліків. Вони проявляються у нездатності без додаткової допомоги регулювати характеристики рідини, даючи змогу лише керувати її напрямком. Зокрема виникає проблема у надмірному споживанні енергії гідросистеми, додатковому нагріванні рідини, появі гідравлічних ударів, використанні додаткових пристроїв для мінімізації впливу недоліків тощо.

Для більш глибокого аналізу проблеми розглянемо дві ідентичні гідросистеми, що мають пропорційне та дискретне керування за допомогою електрорелейної схеми.

Аналіз цих прикладів ґрунтувався на порівнянні характеристик гідроциліндра за його позицією, швидкістю та прискоренням. Пропорційний гідророзподільник отримував сигнал у вигляді квадратичної хвилі з частотою 0,5 Гц і амплітудою 10В (при 10В розподільник «відкритий» повністю). Електрорелейна схема дискретного розподільника налаштована на аналогічну частоту спрацювання, в результаті чого було отримано такі графіки (рис. 1).



Рис. 1. Отримані залежності позицій, швидкостей та прискорень гідроциліндрів: а) — в системі з пропорційним розподільником; б) — з дискретним

При аналізі графіків можемо побачити несуттєві різниці у значеннях швидкостей, прискорень та значень координат висування, зокрема для пропорційного розподільника вони є дещо меншими, аніж для дискретного. Це пояснюється хоч і малим, проте часом «наростання» сигналу, який і впливає на результат.

Коливання, що виникають при зміні стану розподільників, є результатами незначних гідроударів у системі, що діють на поршень гідроциліндра. З метою уникнення цих коливань,

час розгону та час гальмування гідроциліндра не мають бути меншими за мінімально допустимий час, що залежить від власної частоти коливань гідросистеми.

Значення мінімального часу розгону та гальмування вираховуються за формулою:

$$t_B = t_v = \frac{18}{\omega_0} = \frac{18}{0,85 \dots 0,9 \sqrt{\frac{4 \cdot E \cdot A_R}{H \cdot m}}} \cdot \frac{2\sqrt{\alpha}}{1 + \sqrt{\alpha}},$$

де ω_0 — мінімальна частота власних коливань, с^{-1} ; E — модуль об'ємного стиснення (зазвичай приймається для гідравлічної рідини $1,0 \dots 1,5 \cdot 10^9 \text{ Н/м}^2$); A_R — ефективна площа штокової камери гідроциліндра, м^2 ; H — хід поршня, м ; m — маса, що рухається гідроциліндром, кг .

Для зменшення впливу гідродару, доцільною є зміна швидкості відкриття гідророзподільника. Це можна реалізувати, наприклад, за допомогою зміни вхідного сигналу на пропорційний підсилювач. Отже, змінивши вхідний сигнал на синусоїду, наприклад, можна досягти «згладжування» затухаючих коливань.

На підприємствах для усунення ефектів гідродарів та пульсацій застосовуються гідроаккумулятори, які здатні прийняти ці ефекти на себе. Проаналізувавши їх вплив на гідросистему, можна сказати, що він зведений до мінімуму. В свою чергу, гідроаккумулятор впливає також і на значення тиску в лінії нагнітання, що дещо спотворює отримані графіки (рис.2).

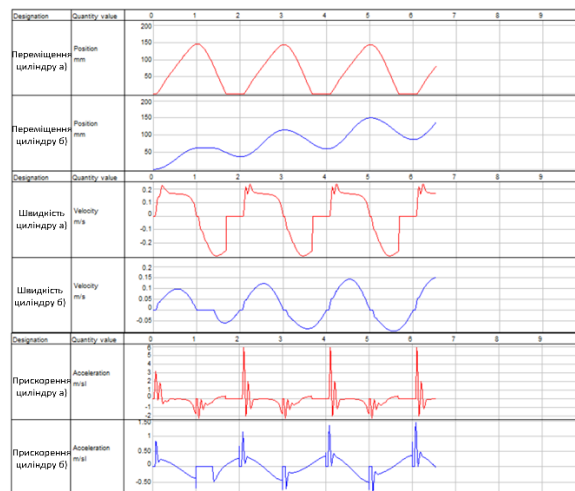


Рис. 4. Графіки залежностей гідросистем з пропорційним розподільником при синусоїдальному сигналі на вході: а) — за відсутності гідроаккумулятора; б) — за наявності гідроаккумулятора

Висновки

Результати дослідження довели актуальність та переваги пропорційної гідравліки на виробництвах та у завданнях автоматизації. Дискретна гідравліка хоч і залишається надійним засобом керування системою, але сучасні виклики енергоефективності та уніфікації виробництв вимагають більш прецизійного та плавного використання. Пропорційна гідравліка, як і дискретна, стикається з такими ж проблемами гідравліки, але її гнучкість дає можливість вирішувати ці проблеми по-різному.

Список використаних джерел

1. Scholz, D. Proportional hydraulics: Textbook. Esslingen, Festo Didactic KG, 1996, 124 p.
2. Ремарчук М.П. Реалізація принципу рекуперації енергії в гідросистемах приводу машин зі стріловим робочим обладнанням / М.П. Ремарчук // Вісн. Харк. нац. тех. ун-ту сільськ. господ. імені Петра Василенка. - 2013. - Вип. 143. - С. 97-105.
3. Енергозбереження в гідравлічних приводах мобільних і стаціонарних технічних систем / М.П. Ремарчук, С.І. Овсянніков, Я.В. Чмуж, С.В. Воронін // Вісн. Харк. нац. тех. ун-ту сільськ. господ. імені Петра Василенка. - 2013. - Вип. 136. - С. 97-106.