

Аналіз ефективності використання рекуперативних перетворювачів частоти

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Анотація

Проблеми енергоефективності й енергозбереження останнім часом стають все більше актуальними. В галузі приводної техніки існує кілька базових моментів, вирішення яких дає змогу істотно знижувати енерговитрати й підвищувати енергоефективність.

Окремої уваги заслуговують сфери застосування, де енергія гальмування марнується невикористаною, а у випадку застосування перетворювачів частоти з функцією рекуперації енергії в мережу з'являється додаткова можливість істотно впливати на зменшення енерговитрат у механізмах з великими інерційними масами та значною кількістю циклів гальмування.

Ключові слова: електропривод; перетворювач частоти; енергоефективність; електромагнітна сумісність; резисторне гальмування; рекуперація енергії; режими роботи.

Abstract

The problems of energy efficiency and energy saving have recently become increasingly important. In the field of drive technology, there are several basic points to address allows to significantly reduce energy consumption and increase energy efficiency. Particular attention should be paid to applications where the braking energy is wasted, and in the case of frequency converters with energy recovery function in the network there is an additional opportunity to significantly reduce energy consumption in mechanisms with high inertial masses and a significant number of braking cycles.

Keywords: electric drive; frequency converter; energy efficiency; electromagnetic compatibility; resistor braking; energy recovery; operating modes.

Вступ

Вирішальний внесок у розв'язання проблеми енергозбереження вносять перетворювачі частоти. Більшість сучасних перетворювачів частоти побудовано за схемою подвійного перетворення. Завдяки плавному регулюванню числа обертів електродвигунів, застосування перетворювачів може значно знизити рівень енергоспоживання. Найбільш яскраво цей ефект простежується з перетворювачами частоти в робочих машинах із квадратичним моментом навантаження (наприклад, помпи й вентилятори).

Залежно від навантажувальної характеристики, така економія може становити до 50% і вище.

Економія енергії – використання рекуперативних приводів

В разі застосування приводної техніки у виконавчих механізмах з великими інерційними масами та значною кількістю циклів гальмування, наприклад центрифуги, конвеєри, підймальні установки, крани й ліфти; машини для виробництва паперу або в металургії (прокатні стани, рольганги, летючі ножиці) тощо, а також у електротранспорті, найефективнішим в більшості випадків є застосування перетворювачів частоти з функцією активної рекуперації енергії в мережу. Незаперечна перевага таких приводів полягає в тому, що енергія гальмування у перетворювачі частоти або гальмівному опорі не перетворюється у тепло, а повертається в мережу у вигляді електричної енергії, що й забезпечує значну її економію та зниження рівня споживаного струму.

Для таких випадків у перетворювачах частоти передбачено так званий активний силовий модуль живлення і рекуперації, який уможливує рекуперацію енергії у мережу в широкому діапазоні потужностей. Застосування стандартної функції рекуперації в перетворювачах частоти дає і додаткові корисні ефекти. Так, відпадає необхідність у додатковому дорогому обладнанні, наприклад гальмових блоках і опорах. Відповідно знижуються теплові втрати, що сприяє

зменшенню масогабаритних показників і вартості та поліпшенню теплового балансу устаткування в цілому.

Технологічні вимоги до електроприводів механізмів підйомних кранів вимагають реалізації гальмівних режимів роботи електропривода.

Це відноситься і до регульованих електроприводів змінного струму за системою ПЧ-АД. Сучасні перетворювачі частоти пропонують для виконання цього режиму кілька можливих варіантів. Так, можливо використовувати резистивне гальмування, тобто гальмування з розсіюванням генерованої енергії в двигуні та в додатковому гальмівному резисторі. Однак з техніко-економічних міркувань бажано використовувати рекуперативне гальмування, тобто гальмування з поверненням енергії в живильну мережу.

Рекуперативне гальмування виявляється особливо вигідним при значній потужності електроприводу. При цьому реалізація рекуперативного гальмування АД вимагає додаткових капітальних витрат, але при цьому зменшуються річні експлуатаційні витрати за рахунок повернення частини енергії гальмування; необхідність рекуперації в кожному конкретному випадку визначається техніко-економічним розрахунком. Тому рекуперативне гальмування доцільно застосувати для тих кранових електроприводів, які працюють здебільшого в перехідних режимах (механізми повороту), або для тих механізмів підйому, які часто спускають вантаж, близький до номінального.

Більшість кранових механізмів старого зразку (зокрема, механізми підйому) обладнано асинхронними двигунами з фазним ротором. Процес пуску здійснюється за характеристиками реостатного управління, коли з ротора дискретно виводяться ступені опору. У багатьох випадках гальмування крана здійснюється за рахунок використання режиму противмикання двигуна. Часті перемикання з рухового в гальмівний режим при підході до заданої точки зупину механізму переміщення крана призводять до виникнення максимальних ударних моментів двигуна, прискореного виходу його з ладу може скоротити термін безаварійної роботи.

Режим зниженої швидкості забезпечується введенням в ротор опорів, що пов'язано зі зростанням ковзання двигуна і збільшенням електричних втрат.

Системи ПН-АД, забезпечуючи плавний пуск асинхронних двигунів (системи Soft-Start), можуть застосовуватися і для зниження енергоспоживання при роботі недовантажених двигуна в зоні номінальної швидкості. У цьому випадку за рахунок збільшення кута відкриття вентилів, що входять в ПН, знижується перша гармоніка напруги і асинхронний двигун при заданому моменті статичного навантаження працює на регульовальній характеристиці при швидкості дещо меншою, ніж на природній характеристиці. Такий режим призводить до зменшення сумарних втрат в АД і споживаної активної потужності.

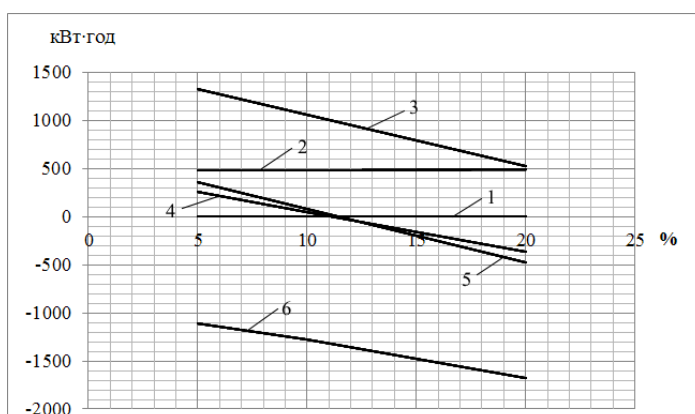


Рис. 1. Різниця загального споживання електроенергії різними електроприводами в порівнянні з реостатним (у циклі 5 режимів, двигун 11 кВт): 1 – реостатне регулювання; 2 – ПН-АД; 3 – ПЧ-АД без рекуперації (фазний двигун); 4 – ПЧ-АД з рекуперацією (фазний двигун); 5 – ПЧ-АД без рекуперації (короткозамкнений двигун); 6 – ПЧ-АД з рекуперацією (короткозамкнений двигун).

Незважаючи на все ще значну вартість сучасних перетворювачів частоти, можна очікувати в ряді випадків досить швидко окупність вкладених коштів за рахунок економії енергоресурсів та інших складових ефективності. Використання цього обладнання – вигідний об'єкт для інвестування коштів підприємства.

Енергозбереження.

Рекуперативний привод забезпечує істотну економію електроенергії при гальмуванні, в порівнянні з іншими методами гальмування, наприклад, механічним і резистивним, оскільки енергія повертається в мережу живлення. Не потрібен зовнішній гальмівний резистор, що спрощує конструкцію і виключає марне розсіювання енергії у вигляді тепла.

Однак максимального ефекту можна досягнути тільки в результаті спільного використання перетворювача й енергозберігаючого двигуна.

Приблизно 97% витрат протягом усього терміну експлуатації двигуна припадає на витрати, пов'язані з енергоспоживанням. При цьому у визначенні енерговитрат враховується не тільки власне потужність приводу, а й потужність втрат. Застосування двигунів з підвищеним класом енергоефективності дає можливість знизити потужність втрат до 40% порівняно зі звичайними.

Висновки

Можливість використання додаткової напруги в приводі є додатковою перевагою, що дозволяє використовувати двигуни меншого типорозміру.

Приводи характеризуються виключно низьким рівнем гармонік, нижче на 97% за порівнянням із звичайними приводами. За нормальних умов експлуатації та відсутності пошуку в мережі сумарний коефіцієнт гармонік, як правило, не перевищує 3%.

Ключові особливості:

- Функціонування з рекуперацією, розміщення у вигляді одного компактного виробу. Простота установки.
- Можливість рекуперації до 100% потужності в постійному режимі.
- Вагоме енергозбереження в порівнянні з іншими системами гальмування.
- Зменшення експлуатаційних витрат.
- Коефіцієнт потужності дорівнює одиниці. Можливість компенсації коефіцієнта потужності мережі.
- Стабільна вихідна напруга при всіх умовах навантаження, навіть при коливанні напруги живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ABB industrial drives ACS800, regenerative drives, 5.5 to 5200 kW
3AFE68443105 REV D EN 5.6.2013 #16816
2. Промышленные приводы АББ ACS800, одиночные приводы от 0,55 до 5600 кВт
3AFE68715776 REV N RU 16.10.2012
3. ACS800 Hardware Manual ACS800-11 Drives (5.5 to 110 kW)
3AFE68367883 Rev C (EN) 2013-03-04
4. ACS800 Руководство по микропрограммному обеспечению. Стандартная программа управления ACS800 7.x
3AFE64527088 РЕД. L / RU 25.08.2011

Максим Вікторович Гусаковський — ст. гр. ЕП-п81, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу.

Науковий керівник: **Олексій Іванович Райчук** — ас., кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Gusakovskiy Maksym V — student of the group EP-p81, Faculty of Electricity and Power Engineering.

Supervisor: **Raichuk Olexiy I** — assistant, Department of Automation of Electromechanical Systems and Electric Drive.

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”