

ЕНЕРГОЗАОЩАДЖЕННЯ В РЕГУЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ З ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ЧАСТОТИ НА IGBT-ТРАНЗИСТОРАХ

Плешков П. Г., Серебренников С. В., Переверзев І. О., Бондаренко В. Б.

Кіровоградський національний технічний університет

Доведено можливість економії електроенергії, води, газу в результаті впровадження регульованих електроприводів, яке гарантує термін окупності на рівні 3-8 місяців.

Постановка проблеми. Задачі електроощадження обумовлюють актуальність впровадження регульованих електроприводів (РЕП) в установках з різко змінним навантаженням на протязі доби – водонасосних станціях, системах кондиціонування повітря, компресорних тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використовані тиристорні перетворювачі частоти (ПЧ) мають ряд значних недоліків, які істотно знижують техніко-економічні показники електроприводу в цілому [1-2]. До таких недоліків слід віднести перш за все:

- комутаційні провали, виникаючі у момент включення вентилів тиристорного випрямляча, для отримання необхідної випрямленої напруги в ланці сталого струму;

- необхідність застосування для управління основними тиристорами додаткових ємності, індуктивності і тиристора, що викликає невиправдане підвищення розсіюваної потужності і різке зниження ККД та $\cos \phi$ всього ПЧ;

- значна встановлена потужність перетворювача, яка у 2-2,5 рази має перевищувати потужність двигуна, що призводить до завищених масогабаритних показників;

- наявність вищих гармонік у вихідній напрузі, зниження яких фільтрами проблематично, а методами широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) є неможливим внаслідок низької частоти перемикавання тиристорів;

- нездатність стійкої роботи ПЧ в зоні низьких швидкостей при 0-20 Гц [3]; неможливість реалізації режиму рекуперативного гальмування.

Мета статті. Для ефективного управління асинхронним електроприводом раціонально використовувати інвертори напруги на IGBT-транзисторах з широтно-імпульсним керуванням робоча частота яких вища за 16 кГц.

Повністю керована транзисторна техніка дозволяє радикально вирішувати питання забезпечення якості споживаної енергії (виключення споживання реактивної потужності, уникнення генерації гармонік) та зниження втрат енергії в електроустановках.

Застосування ПЧ на IGBT-транзисторах дозволяє одержати нові різновиди векторного управління до особливостей якого відносяться:

- точне відпрацювання швидкості з компенсацією ковзання;

- збереження моменту сталим при малих частотах аж до нульової швидкості;

- плавність роботи двигуна і швидка реакція на різкі стрибки навантаження;

- оптимізація ККД двигуна на низьких частотах за рахунок регулювання струму намагнічування і зниження втрат у міді.

Застосування векторного керування ПЧ дозволяє стабілізувати оберти асинхронного двигуна незалежно від навантаження на його валу за рахунок введення від'ємного зворотного зв'язку, тому раціональні області їх застосування:

- спеціальні верстати й обробні центри з позиціонуванням;

- складні підйомно-транспортні механізми, ліфти;

- електричний транспорт.

Натомість, в електроприводах, які не потребують точної підтримки швидкості при коливаннях навантаження доцільно використовувати більш прості і дешевші ПЧ із скалярним керуванням.

Основні матеріали дослідження. Результати проведених нами досліджень РЕП з ПЧ, встановлених на Кіровоградській водонасосній станції з електродвигуном потужністю 11 кВт, приведені на рисунках 1-3. За рахунок автоматичного підтримування сталого тиску в мережі водогону (крива 2 на рис.2) досягнуто не тільки суттєвої економії електроенергії (рис.3), а й зменшення витрат води (рис.1), обумовлених надмірним тиском (крива 1 на рис.2). Ці досліди доводять, що існуючі до цього часу методи механічного регулювання дроселюванням чи бой пасами є абсолютно неефективними, особливо при низькому водорозборі. Результати спостережень за роботою РЕП протягом 2007 р – без ПЧ, 2008 р - з ПЧ, показали, що економія води становить по місяцях від 9% до 43% (в середньому по року – 25%).

В табл. 1 наведено дані експериментальних досліджень економії електроенергії та води по трьох групах будинків. Нами також був проведений експеримент для оцінки ефективності використання ПЧ на теплових станціях міста для управління приводами димососів і вентиляторів газових котлів. ПЧ встановлено на вентиляторі і димососі водогрійного котла потужністю по 11 і 22 кВт відповідно. Результати експерименту приведені у табл. 2. Зрозуміло, що при правильному проектуванні і нормальному стані устаткування економія у 94-97% виглядає нереальною. Отже, експеримент довів, що при використанні ПЧ в даній системі, можуть застосовуватися двигуни істотно меншої потужності. Зокрема, у максимальному режимі на частоті 50 Гц вентилятор споживав лише 5,6 кВт замість номінальних 11 кВт.

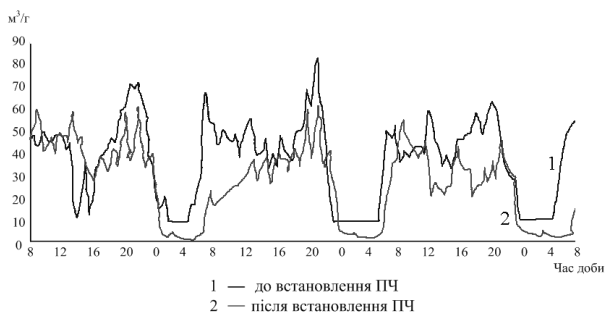


Рисунок 1 – Графік витрати води

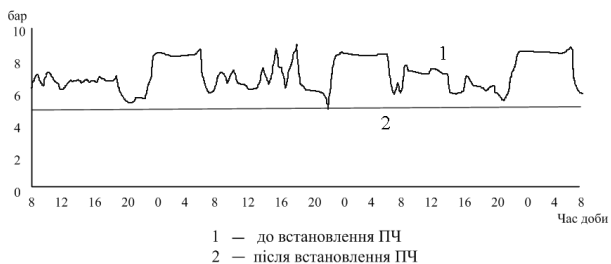


Рисунок 2 – Графік тиску на виході насоса

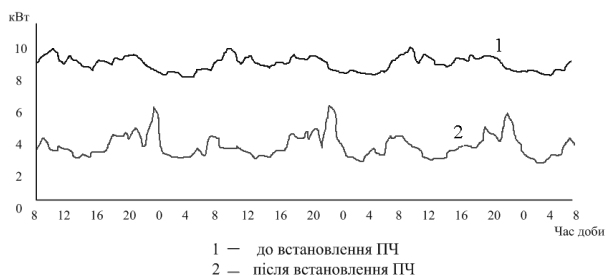


Рисунок 3 – Графік потужності спожитої двигунами насосів

Таблиця 1 – Економія електроенергії і води за рахунок застосування керованого електроприводу насосів

Об'єкт	Термін спостереження, міс.	Економія води, м ³	Економія води, %	Економія електроенергії, кВт*г	Економія електроенергії, %
Буд. 1	9	173200	25	18820	51
Буд. 2	5	8550	18,6	11200	53
Буд. 3	4	4685	27,5	8970	54

Таблиця 2 – Економія електроенергії та газу

Час роботи, год.	Витрата газу, м ³ /год	Витрати енергії, кВт*г, при застосуванні		Економія електроенергії
		Шибера	ПЧ	
6	2800	495	140	72%
6	2200	450	80	82%
6	1450	352	20	94%
6	900	315	9,6	97%

Висновки. З приведених результатів досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Упровадження ПЧ в системі управління на етапі проектування, дозволить оптимізувати склад та потужність систем, що приведе до зменшення їх вартості і підвищення енергоефективності.

2. Спорядження діючих електроприводів ПЧ дозволить отримати значну економію електроенергії, води, газу, яка гарантує строк окупності капіталовкладень на рівні 3 – 8 місяців (залежно від потужності ПЧ).

Список використаних джерел

1. Оттерпол Г. Технические и экономические аспекты применения энергосберегающих электроприводов в насосных и вентиляторных механизмах (из опыта фирмы "Elpro AG", Германия): научно-техн. семинар "Энергосберегающий электропривод насосов и вентилятор в промышленности и коммунальном хозяйстве" / Г. Оттерпол, Р. Хюбнер– М., 1995. – С. 12-16.

2. Браславский И. Я. Современные тенденции применения частотно-регулируемых асинхронных электроприводов: сб. тез. докл. "Межрегиональная научно-практическая конференция по применению энергосберегающего частотно-регулируемого электропривода во всех отраслях производства и в коммунальном хозяйстве" (22-25 января 2002) / И. Я. Браславский. – Новоуральск, 2002.

3. Мануковский Ю. М. Широко регулируемые автономные транзисторные преобразователи частоты / Ю. М. Мануковский, А. В. Пузаков – Кишинев: Штиница, 1990. – 152 с.

Аннотация

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕНИЕ В РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ НА IGBT-ТРАНЗИСТОРАХ

Плешков П. Г., Серебренников С. В.,
Переверзев І. О., Бондаренко В. Б.

Доказана возможность экономии электроэнергии, воды, газа в результате внедрения регулируемых электроприводов, что гарантирует срок окупаемости в пределах 3-8 месяцев.

Abstract

ENERGY-SAVING IN CONTROLLED-VELOCITY ELECTRIC DRIVES WITH FREQUENCY SHIFTERS BASED ON IGBT-TRANSISTORS

P. Pleshkov, S. Serebrennikov,
I. Pereverzev, V. Bondarenko.

The possibility of saving electric power, water and gas as a result of application of the controlled-velocity electric drives has been proved. It guarantees the payback within 3-8 months.