

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ З ФУНКЦІЄЮ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ**

*Розглядаються два види електроприводів для механізму підйому. Проведено техніко-економічний аналіз застосування перетворювачів частоти з функцією рекуперації і без неї різних компаній – виробників*

*Рассматриваются два типа электроприводов для механизма подъема. Проведен технико-экономический анализ использования преобразователей частоты с функцией рекуперации и без нее разных компаний – производителей.*

*Two types of electric drivers for the hosting mechanism are considered. The technical and economic analysis of using of frequency converters of various manufacturing companies with or without the function of the recovery is made.*

Серед споживачів електричної енергії значну частку складають електродвигуни різного призначення, що споживають більше половини виробленої енергії. Саме тут закладені найбільші резерви енергозбереження. Один із шляхів економії електроенергії в механізмах різноманітних кранів є застосування досконалих видів електроприводів. Недоліком реостатних систем керування асинхронних двигунів (АД) цих механізмів є значні витрати енергії під час пуску і гальмування. Частотно-керовані системи мають високі регульовальні властивості і кращі техніко-економічні показники.

Однак протягом тривалого часу зайва енергія, яка накопичується в перетворювачах частоти (ПЧ) при гальмуванні асинхронних двигунів з високоінерційним навантаженням або в статичному режимі гальмування (останнє стосується режиму спуску важких і середніх вантажів механізмів підйому) розсіювалась на спеціальних гальмівних резисторах. Останнє – необхідна умова для обмеження рівня напруги на шинах постійного струму перетворювачів частоти при роботі в цих режимах.

Відомо, що це приводить до зайвих витрат. Сучасні технології дають змогу повертати енергію в живлячу мережу в режимах гальмування, використовуючи додатково до перетворювачів модулі рекуперації.

Таким чином, гальмування з поверненням енергії в живлячу мережу більш економічно

доцільне, ніж гальмування з підключенням зовнішнього резистора. Воно дозволяє раціонально використовувати енергію гальмування, направляти її потік на інші механізми, знижуючи загальне споживання електроенергії в системах електропостачання.

Використання модулів рекуперації перетворювачів частоти таким чином дає змогу:

- заощаджувати електроенергію;
- знизити температуру інвертора порівняно з реостатним гальмуванням;
- забезпечити повний чотирьохквadrantний режим роботи електропривода;
- захистити інвертор у гальмівних режимах;

забезпечити можливість роботи пристрою рекуперації з  $\cos \varphi$  близьким до одиниці.

Метою роботи є визначення економічної ефективності застосування для електроприводів механізмів підйому порталних кранів перетворювачів частоти, а також модулів рекуперації енергії. В даній роботі розглянута продукція провідних світових компаній „Schneider Electric”, „Siemens” і „Mitsubishi Electric”.

Ефективним рішенням для рекуперації енергії є використання частотних перетворювачів разом з модулем рекуперації. Так, компанія Mitsubishi Electric пропонує новий перетворювач частоти FR-A741 з вбудованою функцією рекуперації енергії.

Завдяки вбудованій функції рекуперації системи електроприводу стають більш компактними, доступними за ціною, спрощується конструкція шаф керування. У порівнянні

з традиційними перетворювачами частоти перетворювач FR-A741 з інтегрованою функцією рекуперації енергії відрізняється високим рівнем енергозбереження. Вартість частотних перетворювачів різних потужностей компанії „Mitsubishi Electric” FR-A740 (без функції рекуперації) і FR-A741 (з вбудованою функцією рекуперації енергії) (В) наведено на рис.1 [2].

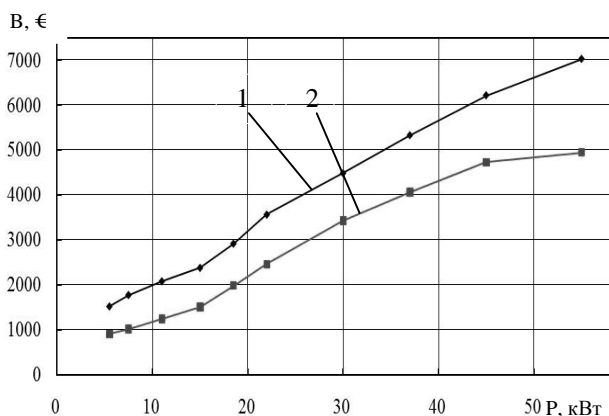


Рис.1. Вартість перетворювачів частоти FR-A741 (1) і FR-A740 (2)

Вартість додаткових модулів рекуперації (MP) компанії „Schneider Electric” типу VW3A7201 - VW3A7212 напругою 400 В потужністю 7-50 кВт, а також модулів рекуперації компанії „Siemens” типу SIMODRIVE 611 напругою 400 В потужністю 16-55 кВт наведено на рис.2 [3, 4].

Як відомо, зі збільшенням потужності ПЧ вартість 1 кВт потужності перетворювача частоти зменшується. Як показують рис.1 і 2 ця закономірність стосується і до модулів рекуперації. Були проведені розрахунки еко-

номії електроенергії при використанні асинхронних двигунів потужністю 11 і 30 кВт для умовного циклу роботи механізмів підйому порталних кра-нів; цей цикл складається з 8 режимів підйому і спуску номінального і мінімального вантажу з номінальною і зниженою швидкостями [1]. Використовуються асинхронні двигуни (АД) типу 4МТФ(Н) 160L6 ( $P_H= 11,0$  кВт) і 4МТКН 225M8 ( $P_H= 30,0$  кВт).

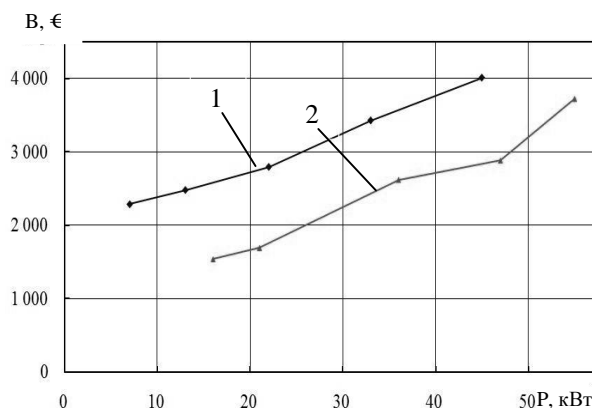


Рис.2. Вартість модулів рекуперації фірм „Schneider Electric” (1), „Siemens” (2)

Розрахунки показали, що в середньому економія електроенергії за 1 год. (36 циклів) роботи перетворювача частоти без рекуперації складає 1 кВт-год у порівнянні з реостатною системою керування [1]. Але якщо використовувати перетворювач частоти з модулем рекуперації в середньому додатково заощаджуються 2,3 кВт-год для двигуна потужністю 11 кВт за 1 год роботи або 9,3 кВт-год для двигуна 30 кВт.

1. Загальні витрати електроенергії, кВт-год ( відносний час роботи на зниженій швидкості 5; 10; 20 %)

Марка і потужність асинхронного двигуна		4МТФ(Н) 160L6 $P_H= 11,0$ кВт		4МТКН 225M8 $P_H= 30,0$ кВт	
		ПЧ-АД без рекуперації	ПЧ-АД з рекуперацією	ПЧ-АД без рекуперації	ПЧ-АД з рекуперацією
5 %	1 цикл	0,266	0,193	0,47	0,192
	1 год	9,578	6,945	16,9	6,9
10 %	1 цикл	0,255	0,187	0,45	0,187
	1 год	9,18	6,732	16,2	6,7
20 %	1 цикл	0,234	0,175	0,41	0,175
	1 год	8,43	6,29	14,72	6,3

Ці результати розрахунків, які наведені в табл.1, показують, що з ростом потужності двигунів ефективність використання модулів рекуперації реально збільшується.

Проведено техніко-економічний аналіз застосування двигунів різної потужності з частотним регулюванням та використанням модулів рекуперації.

Розглядаються варіанти виконання частотно-регульованого електроприводу порталних кранів з використанням продукції вище наведених компаній:

1) перетворювача частоти ATV 71 (11 кВт) типу ATV71HD11N4, модуля рекуперації типу VVV3A7202 компанії „Schneider Electric”(SE);

2) перетворювача частоти MICROMASTER 430 (11 кВт) типу 6SE64302UD311CA0, модуля рекуперації (MP) типу SIMODRIVE 611 компанії „Siemens” (S);

3) перетворювачів частоти FR-A741 (з вбудованою функцією рекуперації енергії), FR-A740 (без функції рекуперації) компанії „Mitsubishi Electric” (ME).

Час роботи АД механізмів пільому в режимі гальмування за рік прийнято 4000 год. Середня вартість активної електроенергії з врахуванням ПДВ складає 0,67 грн/кВт-год. Вартість модуля рекуперації і результати розрахунків терміну окупності наведено в табл.2.

Крім того, була розрахована кількість енергії, яка заощаджується, якщо замінити реостатне регулювання асинхронних двигунів на перетворювач частоти без функції рекуперації. Кінцеві результати економії електроенергії для двигуна потужністю 11 кВт наведені в табл. 3.

## 2. Показники економічної ефективності використання модуля рекуперації

Марка і потужність асинхронного двигуна	4MTF(H) 160L6 P <sub>n</sub> = 11,0 кВт			4MTKH 225M8 P <sub>n</sub> = 30,0 кВт		
Середнє зниження електроспоживання при використанні MP, кВт	2,3			9		
Середня економія електроенергії при використанні MP, кВт-год	9200			36000		
Вартість електроенергії, що заощаджується при використанні MP, грн	6164			24120		
Компанія-виробник	“SE”	“S”	“ME”	“SE”	“S”	“ME”
Вартість модуля рекуперації, грн	24800	15400	8400	34270	26200	10540
Термін окупності, років	4,0	2,5	1,4	1,4	1,1	0,4

## 3. Терміни окупності перетворювачів частоти для двигунів потужності 11 кВт

і модулів рекуперації різних виробників

Техніко-економічні показники	Без рекуперації	З рекуперацією
Економія електроенергії, кВт-год	4000	9200
Вартість електроенергії з врахуванням ПДВ, грн	0,67	0,67
Вартість електроенергії, що заощаджується, грн	2680	6164
Термін окупності ПЧ-АД роки, компаній:		
„Schneider Electric”	5,0	4,0
„Siemens”	4,9	2,5
„Mitsubishi Electric”	4,6	1,4

## Висновки

Незважаючи на значну вартість сучасних перетворювачів і модулів рекуперації до них окупність вкладених коштів за рахунок економії енергоресурсів не перевищує в середньому 5–6 років для більшості компаній-виробників.

Треба відзначити, що основний термін окупності 4–5 років для двигунів  $P = 11$  кВт припадає на перший етап – перехід до перетворювача частоти без рекуперації, і лише 2–3 роки потребує окупність додаткового модуля рекуперації для  $P = 11$  кВт та не більше 1,5 року для більших потужностей.

Враховуючи багаторічний ресурс подібної техніки та зростання тарифів на електроенергію, можна підрахувати очікувану економію за тривалий період. Інвестуючи кошти в перетворювачі частоти і в модулі рекуперації для свого виробництва, підприємство гарантовано повертає витрачені кошти за період терміну окупності, а за наступні 15–20 років підприємство отримує чистий прибуток.

## Список використаної літератури

1. Герасимьяк Р.П. Энергетичні показники електроприводів підйомних механізмів / Герасимьяк Р.П., Махортова Д.О. // Електромашинобуд. та електрооблад. – 2009. – Вип.73. – С.31–35.

2. Прайс-лист компанії „Mitsubishi Electric” [Електронний ресурс]: за даними Mitsubishi Drives Solutions from CDL 2010 р. – Режим доступу до прайс-листу: [http://www.downloadcentre.net/pdf\\_downloads/DrivesSolutionsBrochureCDL.pdf](http://www.downloadcentre.net/pdf_downloads/DrivesSolutionsBrochureCDL.pdf)

3. Прайс-лист компанії „Schneider Electric” [Електронний ресурс]: за даними каталогу компанії «Спектр-М» 2010 р. – Режим доступу до прайс-листу: ([http://www.spektrm.ru/category\\_goods41.htm](http://www.spektrm.ru/category_goods41.htm))

4. Прайс-лист компанії „Siemens” [Електронний ресурс]: за даними каталогу продукції Siemens A&D 2010 р. – Режим доступу до прайс-листу: (<http://www.kubtrade.ru/siemens/10009374>).

Одержано 30.09.2010



Герасимьяк  
Ростислав Павлович,  
д-р техн. наук,  
проф. каф. ЕМСКУ  
Одеськ. нац. політехн.  
ун-ту



Савич  
Світлана Павлівна,  
ст. викладач  
каф. Енергетичного  
менеджменту  
Одеськ. нац. політехн.  
ун-ту