

УДК 621.313

Р.П. Герасимьяк, д-р техн. наук,
С.П. Савич кандидат техн. наук
Л.А. Швець

ЭКОНОМИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ ДЛЯ КРАНОВИХ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ

Аннотація. На основі порівняння різних типів електроприводів доведено економічну доцільність застосування перетворювачів частоти для кранових механізмів підйому. Наведено розрахунковий час окупності перетворювачів частоти для двигунів різної потужності.

Р.П. Герасимьяк, доктор технических наук, профессор
С.П. Савич, кандидат технических наук
Л.А. Швець

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА

Аннотация. На базе сравнения разных типов электроприводов доказана экономическая целесообразность применения преобразователей частоты для крановых механизмов подъема. Приведено расчетное время окупаемости преобразователей частоты для двигателей разной мощности.

R. P. Gerasymiak, Doctor of Technical Sciences, Professor
S. P. Savich, Candidate of Technical Science
L. A. Shvec

ECONOMIC EFFICIENCY OF CONVERTERS FREQUENCY FOR CRANE LIFTING MECHANISMS

Abstract. On the basis of different types of electric drives comparison the economic feasibility of the use of frequency converters for crane lifting mechanisms is proven. The calculated payback period of frequency converters for motors of different power is given.

Метою роботи є порівняння витрат електроенергії за певну кількість умовних циклів при роботі асинхронного електропривода з перетворювачем напруги (ПН-АД), що рівнозначно реостатному регулюванню, та з перетворювачем частоти (ПЧ-АД) з рекуперацією електричної енергії та без неї для трьох асинхронних двигунів з фазним та короткозамкненим ротором різної потужності. Для прикладу використовуються асинхронні двигуни типу 4МТФ(Н)160L6 ($P_n = 11$ кВт, $I_n = 32$ А), 4МТН225М8 ($P_n = 30$ кВт, $I_n = 74,6$ А), 4МТН280L10 ($P_n = 75$ кВт, $I_n = 166$ А) та 4АС132М2 ($P_n = 11$ кВт, $I_n = 22,3$ А), 4АН160М2 ($P_n = 30$ кВт, $I_n = 55,5$ А), 4АН200L2 ($P_n = 75$ кВт, $I_n = 137$ А). Обмоткові дані взяті з [1].

Крім того, бажано встановити термін окупності перетворювача частоти та модуля рекуперації для нього. Було розраховано загальне споживання електричної енергії в різних системах електроприводу для умовного циклу з восьми режимів підйому і спуску номінального та мінімального вантажу з номінальною і зниженою швидкостями. Ці розрахунки велись за методикою [2]. Отримані результати наведено в табл.1.

Аналізуючи дані табл.1, можна зробити висновок, що використання електроприводу ПЧ-АД є більш економічним в порівнянні з ПН-АД, але найбільш © Герасимьяк Р.П., Савич С.П., Швець Л.А., 2011

ефективним є використання ПЧ-АД з рекуперацією електричної енергії в мережу. З отриманих результатів ми бачимо, що різниця між загальним споживанням електроенергії двигунами, якщо порівняти використання ПН-АД та ПЧ-АД, тим більша, чим менше потужність двигуна, а саме для двигуна потужністю 11 кВт вона становить 36,4 %, для двигуна потужністю 30 кВт – 15,7 %, для двигуна потужністю 75 кВт – 12,6 %. Різниця між загальним споживанням електроенергії, порівнюючи використання ПН-АД та ПЧ-АД з рекуперацією, теж збільшується зі зменшенням потужності двигуна. Так для двигуна потужністю 11 кВт вона становить 72 %, для двигуна 30 кВт – 63,4 %, для двигуна 75 кВт – 61,5 %. Ці дані отримані, коли відносний час роботи на зниженій швидкості становить 10 %. Були проведені аналогічні розрахунки, коли відносний час роботи на зниженій швидкості становить 5 % та 20 %. В результаті них виявилось, що чим більше відносний час роботи на зниженій швидкості, тим більше різниця у споживанні, і тим більше електроенергії можливо заощадити завдяки застосуванню системи ПЧ-АД.

Далі було проведено розрахунок економії коштів у рік при використанні ПЧ-АД і ПЧ-АД з рекуперацією енергії. Було розраховано вартість системи електроприводу ПЧ-АД звичайної та ПЧ-АД з модулем рекуперації. При використанні перетворювача частоти

1. Загальні витрати електроенергії, кВт·г

Вид електроприводу	ПН-АД			ПЧ-АД без рекуперації			ПЧ-АД з рекуперацією		
	11	30	75	11	30	75	11	30	75
Потужність двигуна, кВт	11	30	75	11	30	75	11	30	75
Відн. час роботи, на зниж. шв.	5 %								

1 цикл	0,3	0,6	1,44	0,198	0,519	1,31	0,087	0,224	0,572
1 година	10,8	21,6	51,8	7,12	18,68	47,1	3,1	8,06	20,6
Відн. час роботи на зниж. шв.									
10 %									
1 цикл	0,297	0,59	1,43	0,189	0,497	1,25	0,083	0,216	0,55
1 година	10,7	21,24	51,5	6,8	17,9	44,96	3	7,78	19,7
Відн. час роботи на зниж. шв.									
20 %									
1 цикл	0,29	0,58	1,41	0,171	0,451	1,13	0,077	0,2	0,5
1 година	10,44	20,9	50,8	6,16	16,24	40,64	2,77	7,2	18

потрібен також вхідний дросель, його вартість становить приблизно 10 % від вартості перетворювача. Для встановлення системи ПЧ-АД з рекуперацією енергії потрібен додатково модуль рекуперації та фільтр, вартість якого складає приблизно 85-90% вартості рекуператора. Для прикладу розглядаються перетворювачі частоти та модулі рекуперації фірми SCHNEIDER ELECTRIC. Їхня вартість [3] наведена в табл. 2.

2. Вартість перетворювачів частоти та модулів рекуперації фірми SCHNEIDER ELECTRIC

Перетворювач частоти	Серія ПЧ ATV71HD		
	15N4 15 кВт, 39 А	37N4 37 кВт, 79 А	90N4 90 кВт, 179 А
Вартість, грн	23 852	47 475	94 784
Модуль рекуперації	VW3A7202 13 кВт	VW3A7204 33 кВт	VW3A7208 90кВт
Вартість, грн	35 041	48 404	79 143

Загальна вартість установки системи електропривода ПЧ-АД звичайної та ПЧ-АД з рекуперацією енергії в мережу наведена в табл. 3.

3. Загальна вартість установки з перетворювачами частоти

Потужність АД	11 кВт	30 кВт	75 кВт
Вартість ПЧ, грн	26 237	52 222	104 262
Вартість ПЧ з рекуператором, грн	91 060	141 769	250 677

Наступним етапом роботи було встановлення термінів окупності перетворювачів частоти звичайних та з модулями рекуперації. Вважаючи вартість електроенергії в Україні 1 грн./кВт·г, а число годин роботи механізму підйому за рік 12 год·300 днів = 3600 год., термін окупності було розраховано за формулою:

$$T = B / K,$$

де B – вартість заощадженої за рік електроенергії (грн.), K – вартість додаткового обладнання (табл.3). Всі ці дані наведені в табл.4.

4. Терміни окупності перетворювачів частоти і модулів рекуперації для двигунів різної потужності

Потужність АД		11 кВт	30 кВт	75 кВт
Відносний час роботи на зниженій швидкості 5 %				
Без рекупер.	В, грн	13 219	10 498	16 783
	Т, рік	2	5	6,2
з рекупер.	В, грн	27 605	48 678	112 261
	Т, рік	3,3	2,9	2,2
Відносний час роботи на зниженій швидкості 10 %				
Без рекупер.	В, грн	14 021	12 005	23 360
	Т, рік	1,9	4,4	4,5
з рекупер.	В, грн	27 734	48 478	114 021
	Т, рік	3,3	2,9	2,2
Відносний час роботи на зниженій швидкості 20 %				

Без рекупер.	В, грн	15 409	16 553	36 393
	Т, рік	1,7	3,1	3,2
з рекупер.	В, грн	27 587	49 282	117 958
	Т, рік	3,3	2,9	2,2

Висновки

Проаналізувавши дані табл.4, ми бачимо, що термін окупності звичайного перетворювача частоти збільшується зі збільшенням потужності двигуна, але він зменшується при збільшенні відносного часу роботи на зниженій швидкості. В середньому його окупність не перевищує 5...6 років. При встановленні перетворювача частоти з модулем рекуперації термін окупності зменшується, якщо збільшується потужність двигуна. Крім того, слід зауважити, що він практично не залежить від відносного часу роботи на зниженій швидкості і становить в середньому 2,5...3,5 років. Незважаючи на значну вартість сучасних перетворювачів, модулів рекуперації до них та супроводжуючого устаткування, інвестування коштів в модернізацію реостатних електроприводів є дуже вигідним для підприємства. Повертаючи затрачені кошти за період окупності, в наступні роки підприємство отримує чистий прибуток.

Список використаної літератури

1. Булгар В. В. Теорія електроприводу: збірник задач / В.В.Булгар – Одеса: Поліграф, 2006. – 408 с.
2. Герасим'як Р.П. Енергетичні показники електроприводів підйомних механізмів / Р.П.Герасим'як, Д.О.Махортова / Електромашинобуд. та електрооблад. – Вип.73.– 2009. –С.31-35.
3. Прайс-лист компанії „Schneider Electric” (http://www.spektrm.ru/category_goods_41.htm)
Отримано 05.07.2011



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



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



Швец
Людмила Андріївна,
Студентка, каф. ЕМС КУ
Одеськ. нац. політехн. ун-ту.