

О.В. ГРИГОРОВ, докт. техн. наук, проф. ;
В.П. СВИРГУН, канд. техн. наук, доц. ;
В.В. СТРИЖАК, аспірант ;
Ю.І. ЗАЙЦЕВ, аспірант, НТУ «ХП», м. Харків

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ВІМ

В статті розглядається проблема зменшення енергоспоживання приводами механізмів вантажопідійомних машин. Обґрунтовується актуальність даної проблеми для України. Показана залежність ККД приводів від типу їх керування. Наведені результати застосування сучасних приводів.

The article discusses the problem of reducing energy consumption pretexts mechanisms for lifting equipment. Actuality of the problem for Ukraine. The dependence of the efficiency drives of the type of their management. The results of the application of modern drives.

Для України, що забезпечена власними паливними ресурсами лише на 48% від потреб, вкрай важливою є проблема енергоресурсозбереження. За підсумками 9 місяців 2007 року паливно-енергетичний комплекс України став європейським лідером за нераціональним споживанням енергоресурсів [1]. Тому економія енергії є невідкладним завданням для України, а для його вирішення необхідно визначити пріоритетні напрямки прикладання зусиль.

Найбільшим споживачем електричної енергії є промисловий електропривод. Його доля оцінюється в 60% від усієї виробленої електроенергії. В той же час найбільші втрати мають місце у споживача енергії, а найбільшим споживачем є електропривод. Втрати в електроприводі можуть досягати 60% від загальних втрат. Це приводить до висновку, що електропривод є основною базою для збереження енергії.

Серед промислового обладнання вантажопідійомні крани мають один з найменших коефіцієнтів корисної дії і є одними з найменш ефективних машин за енергоспоживанням. За даними статистики станом на 01.01.2010 року в Україні нараховується 36963 кранів мостового типу, з яких 32488 відпрацювали строк служби (88%), баштових кранів 5329, з яких 4497 відпрацювали строк служби (84%), порталних кранів 1108 з яких 981 (89%). Таким чином загальна кількість становить 43400 кранів, а загальна кількість кранів, що відпрацювали строк служби 37966 (87,5%). Застарілі крани мають як правило і застарілі системи керування електроприводів, що тягне за собою окрім надлишкового споживання енергії додаткові негативні фактори: неоптимальні режими роботи механізмів, додаткові навантаження на металоконструкцію кранів. Як приклад нагромадження негативних факторів в застарілих кранових нерегульованих електроприводах, можна привести

застосування гальмування протиключенням. Насамперед це актуально для механізмів пересування. Щоб подолати неможливість керування гальмівним моментом через ударний характер замикання колодок автоматичних колодкових гальм і, як наслідок, різкі гальмування, що супроводжуються значними динамічними навантаженнями в приводах і металоконструкціях і зростанням коливань вантажу, гальма механізмів пересування знаходяться в «розпушеному» стані.

Аналіз досліджень проблеми зниження енергоспоживання в приводах вантажопідійомних машин та можливості її розв’язання.

Зменшення витрат енергії на виконання одного циклу можливе не лише завдяки віддачі енергії під час рекуперативного гальмування механізму до електричної мережі або для живлення інших механізмів, а і на етапах розгону та сталого руху за рахунок збільшення ККД приводу.

Кількість спожитої енергії та можливість реалізації енергозощаджувальних режимів керування механізмів ВПМ залежить від типів їх приводів.

Аналізуючи механічні характеристики приводу з частотним керуванням й порівнюючи їх з аналогічними для регульованого об’ємного кранового гідроприводу ми робимо висновок, що вони (характеристики) мають повністю схожий вид при роботі в I та II квадрантах. Тому можливо припустити, що поведінка цих приводів в режимі двигуна і генератора аналогічні.

Дослідження проведені в НТУ «ХП» показують співвідношення ККД в електромеханічному приводі з фазним ротором та об’ємному гідроприводі під час перехідних процесів і сталого руху. Тут введено поняття «інтегральний», чи «середній ККД» $\int \eta$ протягом деякого відрізка часу t .

$$\int \eta = \frac{\int_0^t \eta dt}{t} \quad (1)$$

Доцільно розглянути характер зміни $\int \eta$ за цикл розгону за умови досягнення різних значень відносної швидкості Ω / Ω_0 і різного навантаження приводів (рис. 1).

Таким чином, з графіків видно, що у всьому діапазоні відносних швидкостей і навантажень інтегральний ККД гідроприводу вище, ніж у електромеханічного приводу (можна припустити, що аналогічний ефект має і привод з частотним керуванням).

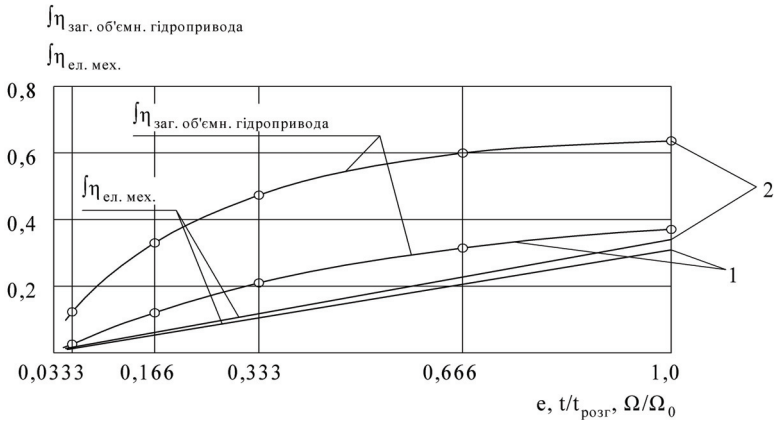


Рис. 1. Графіки залежності інтегрального ККД в об'ємному гідравлічному й електромеханічному з фазним ротором приводах від e – параметра регулювання (відношення поточної продуктивності до номінальної), $t / t_{розг}$ – відносного часу, Ω / Ω_0 – відносної швидкості, при різних навантаженнях 1, 2 ($M_2 > M_1$).

Графіки залежності відношення $\int \eta_{ег}$ до $\int \eta_{ем}$ (рис. 2) за умов досягнення різних значень відносної швидкості, різного навантаження приводів і однакової величини Ω_0 для обох приводів показують, що найбільших величин це відношення і, отже, співвідношення витрат енергії при розгоні досягають при використанні приводів у зоні значень Ω / Ω_0 близьких до 0 (це характерно для механізмів пересування моста та візка монтажних кранів та кранів цехів механообробки). З графіків також видно, що чим вище завантаження приводів крутним моментом, тим більший енергетичний ефект дає використання гідроприводу.

З цього випливає, що об'ємний гідропривід має значно менші енергетичні витрати, ніж зазначений електромеханічний. Частотно регульований електропривід з векторним керуванням за своїми механічними характеристиками, можливими режимами керування та рекуперацією енергії на етапі гальмування є найбільш близький до об'ємного гідроприводу, що дає можливість екстраполювати наведені висновки щодо зменшення витрат енергії на даний тип приводів.

Результати застосування

Максимальне зниження енергоспоживання за рахунок застосування перетворювачів частоти істотно знижує навантаження на електричні мережі. В основному це виражається в підвищеному коефіцієнті потужності ($\cos(\varphi)$), що у деяких випадках доходить до 0,98.

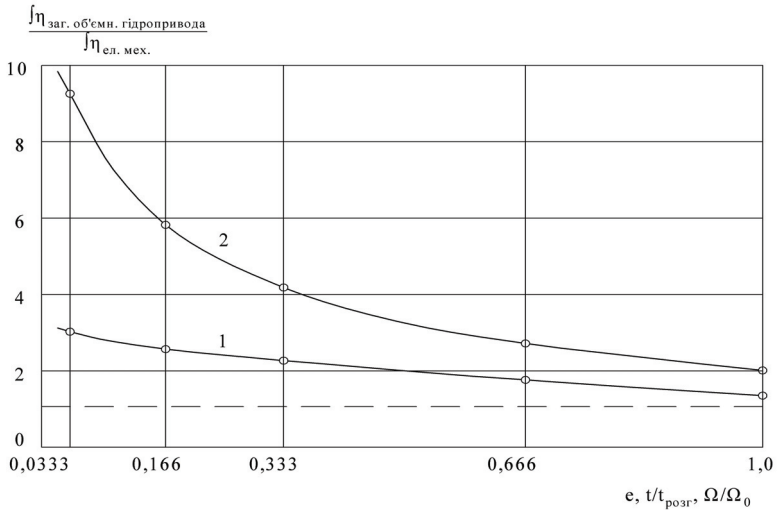


Рис. 2. Графіки залежності $\int \eta_{ez} / \int \eta_{em}$ від $e, t/t_{розг}, \Omega/\Omega_0$ при різних навантаженнях 1, 2 (штрихова лінія відповідає $\int \eta_{ez} / \int \eta_{em} = 1, M_2 > M_1$)

Досвід застосування рекуперативного гальмування на кранах показує, що при тривалій роботі в гальмівному режимі, яким є спуск вантажів близьких до номінальних, можливе генерування електроенергії порівняне з її споживанням в режимі розгону і сталого руху. Рекуперативне гальмування дозволяє накладати гальма на повністю зупинений електродвигун, що додатково практично виключає наявність динамічних навантажень на металоконструкцію й механізми крана.

Таким чином, крановий електропривод є базою для економії енергії за рахунок переводу його з нерегульованого на автоматизований частотнорегульований. Енергозбереження засобами автоматизованого електропривода дає «лавиноподібний» ефект економії через зменшення динамічних навантажень, скорочення часу робочих циклів покращення умов праці.

Список літератури: 1. Товажнянський Л.Л., Левченко Б.О. Энергетика на границе XXI столетия – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 200 с. 2. Григоров О.В. Гідравлічний привід підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2005. – 264с.; 3. Є.М.Певзнер, Є.В.Попов, М.І.Аксьонов, Г.Б.Онищенко Электрооборудование грузоподъёмных кранов. Учебное пособие /под. ред. Г.Б.Онищенко/– М.:Россельхозакадемия, 2009.-306 с.

Поступила в редакцію 28.09.2010