

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЧАСТОТНО КЕРОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КРИВОШИПНО ШАТУНОГО МЕХАНІЗМУ

Суть проблеми. Одним із шляхів модернізації електроприводів агрегатів з кривошипно-шатунними механізмами є застосування частотно керованих електроприводів з асинхронними двигунами. Для таких механізмів характерні циклічні режими перетворення кінетичної енергії поступального руху повзуна в кінетичну енергію маховика або в електричну енергію, яка рекуперується двигуном. За відсутності технічних засобів відведення цієї енергії назовні системи, вона накопичується на конденсаторах ланки постійного струму частотного перетворювача. Надлишок електроенергії викликає перенапруги на конденсаторах, які приводять до спрацювання відповідних захистів і нерідко до аварійних ситуацій, що спричиняє простої агрегату, витрати на ремонт обладнання. Окрім того, подвійний перетік енергії, в режимі її споживання та віддачі двигуном, викликає додаткове теплове перевантаження електрообладнання. Забезпечення працездатності таких електроприводів є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Ефективне функціонування систем з кривошипно – шатунними механізмами забезпечується шляхом використання сучасних систем швидкодіючого електроприводу – сервоприводів [1], коректному виборі співвідношення між моментами інерції мас, що рухаються обертово і поступально [2], вибору і налаштувань систем керування. Перспективним на нашу думку є застосування і електроприводів з системами прямого керування моменту асинхронних двигунів [3]. Як показано в [4, 5], системи частотно-керованого електроприводу забезпечують необхідну якість відпрацювання траєкторій руху. В той же час результати виконаних досліджень [6], продемонстрували що, стабілізація швидкості привідного двигуна викликала значні коливання моменту з входженням двигуна в режими рекуперації. Розсіяння надлишкової енергії за перевищення напруги на ланці постійного струму допустимого значення відбувається на гальмівних резисторах. В реальних механізмах перетоки енергії є значними і стабілізація швидкості спричиняє перегрів гальмівних модулів і привідного двигуна. Таким чином необхідно формувати таке завдання моменту, яке б забезпечувало необхідну середню швидкість двигуна, а отже й продуктивність агрегату і при цьому дало змогу уникнути перенапруг в ланці постійного струму.

Задача формування керуючого впливу, за якого вирішується проблема роботи такого електроприводу без перенапруг в ланці постійного струму, розглянута в [7]. Проте відкритим залишилось питання вибору найбільш ефективного серед запропонованих алгоритмів керування.

Метою роботи є порівняння енергетичних показників різних алгоритмів керування частотно-керованим електроприводом механізму зі змінним моментом інерції та навантаження

Виклад основного матеріалу.

В [7] показано, що виникнення швидкоплинних режимів рекуперації в основному відбувається в робочому режимі стабілізації швидкості двигуна.

Для вирішення проблеми уникнення режимів рекуперації в електроприводі з системою DTC запропоновані наступні способи:

1. Програмне завдання заданої траєкторії моменту з регульованою відсічкою за режимом рекуперації.

В такій системі сигнал завдання моменту формується програмно в функції кута повороту для забезпечення відпрацювання тахограми руху, з урахуванням зміни моменту інерції навантаження. Якщо сигнал завдання моменту досягає від'ємних значень то вузол регульованої відсічки відмикає цей сигнал керування і встановлює його фіксоване мінімальне значення. В такому випадку момент двигуна не досягає від'ємних значень і не відбувається переходу двигуна в рекуперативний режим роботи. Повернення до режиму керування сигналом заданого моменту здійснюється лише після циклу обміну кінетичної енергії між повзуном і обертовими частинами електроприводу.

2. Формуванням жорсткості механічної характеристики на ділянці стабілізації швидкості, за рахунок введення від'ємного зворотного зв'язку за моментом або вибором налаштувань регулятора швидкості.

Керуючим в такій системі є сигнал завдання швидкості. Система регулювання формує м'яку характеристику електроприводу. Зміна швидкості обертових частин електроприводу дозволяє накопичити в них енергію, яка вивільняється під час зупинки повзуна механізму.

3. Програмне завдання заданої траєкторії з релейним гістерезисним регулятором напруги ланки постійного струму.

Відрізняється від першої системи лише тим, що вплив на систему керування відбувається в функції перевищення напруги на ланці постійного струму заданого значення.

Осцилограми процесів в системі електроприводу з вище вказаними системами електроприводу за період двох робочих циклів кривошипно-шатунного механізму приведені на рис.1.

Розраховані за даними осцилограм значення показників зведені в табл.1. Переходячи до аналізу отриманих результатів, найперше необхідно відмітити, що всі запропоновані системи керування забезпечують задану тривалість циклу роботи, а отже й продуктивність механізму. Працездатність забезпечується швидкодією систем електроприводу, а також відсутністю значних перенапруг на ланці постійного струму, які б могли викликати аварійні відключення. У перших двох системах перенапруг взагалі немає, що свідчить про відсутність режимів рекуперації. Третя система, побудована за принципом стабілізації відхилення контрольованої координати, а саме вище названої напруги, допускає її перерегулювання в межах 8%, що не може приводити до аварійних відключень системи електроприводу. Проте така стабілізація приводить до зворотного перетоку енергії через двигун, що викликає підвищений середньоквадратичний момент двигуна, а отже і необхідність вибору двигуна з завищеною установленою потужністю. Як видно з таблиці, потужність двигуна, порівняно з класичним налаштуванням електроприводу кривошипно-шатуного механізму (варіант 2) необхідно збільшувати на понад 30%. Система ж першого варіанту, дозволяє зменшити потужність привідного двигуна на близько 10%. Відповідно, це призведе до зменшення робочих витрат електроенергії. Зменшення середньоквадратичного моменту пояснюється більш раціональною роботою системи керування, яка не дає можливості електроприводу втручатися в обмін механічною енергією між інерційними масами, що рухаються поступально і обертово. В такому випадку механізм кривошипу є практично автоколивною ланкою, а електропривід лише відновлює енергію механічної системи, яка втрачається за рахунок дії дисипативних сил.

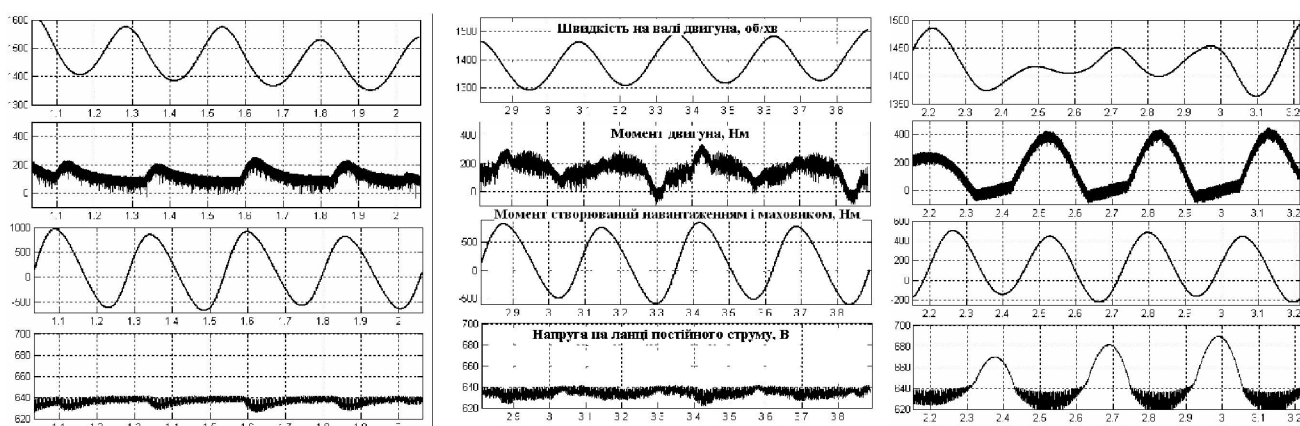


Рис.1. Осцилограми процесів в системі електроприводу

Таблиця 1

Система керування	1	2	3
Тривалість циклу, с	0.52	0.53	0.53
Середньоквадратичне значення моменту на валі двигуна, Нм	240	280	320
Максимальне перевищення напруги на ланці постійного струму, %	0	0	8
Максимальна величина відхилення швидкості від заданого значення, об/хв	100	75	50
Потужність на валі двигуна, кВт	30	33	42

Висновок. Для електроприводу механізму зі змінним моментом інерції рекомендується використання системи керування з програмним завданням моменту та регульованою відсічкою за режимом рекуперації, оскільки вона забезпечує отримання найліпших показників і не потребує збільшення встановленої потужності двигуна порівняно з випадками використання систем керування іншого типу.

1. Piotr Huryn. Serwonapedy B&R Acorpos // Napedy i sterovanie. –2004. –№718(63/64). –р.18-20. 2. Б.Л.Карплюк, Л.Ф.Карплюк, Б.Я.Панченко. Частотно-керований електропривод для навантаження з кривошипно-шатуноним механізмом// Вісн. нац. ун-ту «Львівська політехніка» «Електроенергетичні та електромеханічні системи». - 2006.-№563. –С.38-41. 3. James N. Nash. Direct Torque Control, Induction Motor Vector Control Without an Encoder // IEEE Transactions on industry applications. Vol. 33, № 2 March/April 1997.4. Dale R. Snider, Sheng-Ming Yang, Ramdas M. Pai. A Control for a Crank Shear that Minimizes the RMS Current// IEEE Transactions on industry applications. Vol 28, № 6, november / december 1992. 5. Л.Ф.Карплюк, М. Клюта, Б.Л.Карплюк Особливості застосування частотно керованих електроприводів для механізмів зі змінним статичним моментом та моментом інерції навантаження // Вісн. нац. техн. ун-ту "ХПІ" вип. №45 – 2005. - С. 274-275. 6. А.О.Лозинський, Л.Ф.Карплюк, Б.Л. Карплюк. Дослідження частотно керованого електроприводу зі змінним моментом інерції та навантаження// Міжвідомчий наук. техн. збірник нац. Одеського ун-ту «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика», - 2006. -№66. –С. 46-47. 7. Б.Л.Карплюк, Л.Ф.Карплюк, А.О.Лозинський. Обмеження перенапруг на ланці постійного струму частотно – керованого електроприводу зі змінним механізмом інерції та навантаження// Вісн. нац. ун-ту «Львівська політехніка» «Електроенергетичні та електромеханічні системи». -2007.-№587. – С.22-27.