

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ В РЕЖИМІ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано модернізовану систему управління швидкістю посудин шахтної підйомної установки в режимі рекуперативного гальмування. Розроблена структура побудована за принципом підпорядкованого регулювання координат та забезпечує компенсацію впливу кінцевого навантаження шахтної підйомної установки в режимі рекуперативного гальмування.

Ключові слова: система управління, електропривод, шахтна підйомна установка, регулювання координат, рекуперативне гальмування.

Abstract

The modernize speed control system of the vessels of the mine pit installation in the mode of recuperative galvanization was proposed. The structure is broken down based on the principle of sub-order regulation of coordinates and ensures the compensation of the end pressure of the mine pit installation in the mode of recuperative galvanization.

Key words: control system, electric drive, mine underground installation, coordinate adjustment, recuperative galvanization.

Вступ

Шахтні підйомні установки (ШПУ) відносяться до ряду потужного та відповідального устаткування. Електропривод таких установок повинен відповідати підвищеним вимогам стосовно динаміки роботи та надійності [1].

У всіх розвинених країнах світу напрям енергозбереження є одним із пріоритетних напрямів технічної політики. Енергозбереження є найбільш дешевим і безпечним способом збільшення генеруючих потужностей, оскільки витрати на економію 1 кВт потужності обходяться в 4-5 разів дешевше, ніж вартість нововведеного 1 кВт потужності [2]. ШПУ є одним із основних споживачів електроенергії на шахті. Навіть невелике відносне зниження їхнього енергоспоживання дає значну економію енергоресурсів. Наприклад, для шахтних підйомних установок (ШПУ) з приводом потужністю 2000 кВт зниження електроспоживання на 1% дає абсолютну річну економію близько 80-120 тис. кВт·год. Енергозбереження в електроприводах ШПУ зводиться до визначення можливих шляхів економії електроенергії під час руху гілок вантажних посудин.

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності та надійності функціонування електричного привода шахтної підйомної установки на основі перетворювача частоти та системи управління швидкістю судин, які забезпечують у сукупності підвищену віддачу енергії гальмування в мережу живлення за рахунок використання режимів рекуперативного гальмування.

Результати дослідження

Внаслідок простоти та хороших енергетичних та регулювальних характеристик електропривод змінного струму з перетворювачем частоти стає стандартом електричного приводу для більшості гірських машин, у тому числі для підйомно-транспортних механізмів. У більшості випадків в електроприводах підйомно-транспортних механізмів використовуються дволанковий перетворювач частоти (ДПЧ), вентильні частини яких виконані на основі некерованого або напівкерованого випрямляча, утворені силовими діодами та тиристорами. Подібні перетворювачі частоти є нелінійними споживачами електричної енергії, які в більшості випадків споживають реактивну

енергію і вносять спотворення в мережу живлення. У подібних системах електроприводу неможливо забезпечити режим рекуперативного гальмування, оскільки електрична енергія, що віддається електродвигуном, не передається в мережу живлення, а розсіюється у вигляді тепла в гальмівному опорі ланки постійного струму, що веде до обмеження енергетичних можливостей електроприводу шахтних підйомів. подібних систем [3-4].

В електроприводах на основі ДПЧ з АВН завдяки використанню режиму ШІМ імпульсна напруга на стороні змінного струму має сприятливий спектральний склад, що створює хороші умови для фільтрації вищих гармонік споживаного струму. Цей електропривод є універсальним енергозберігаючим пристроєм. Використання цього перетворювача в підйомно-транспортних механізмах, зокрема в підйомних установках дозволяє при спуску кінцевого навантаження рекуперувати енергію гальмування в мережу живлення.

Подібні системи відпрацьовують стовідсотковий стрибок завдання моменту, забезпечують регулювання електромагнітного моменту при низьких частотах обертання, включаючи і нульову, а також забезпечують точність підтримки швидкості на рівні 10 % ковзання АД без використання датчика швидкості та 0.01% - з використанням датчика швидкості. Алгоритм прямого управління моментом (ПУМ) відрізняється простотою, тому що немає перетворень координат і має високу швидкодію. Порівняно з векторним управлінням системи ПУМ мають ряд переваг: простота в реалізації, висока динаміка; висока швидкодія по моменту та потоку, порівняно з класичним векторним управлінням; низька частота вибірки, і навіть постійна частота перемикання [4-5].

Функціональна схема електропривода з алгоритмом ПУМ (DTC) із врахуванням просторово-векторної модуляції напруги приведена на рисунку 1. В даній схемі введені такі позначення: РШ, РП, РМ – відповідно регулятори швидкості, потокозчеплення та моменту; ПВМ – блок просторово-векторної модуляції; АІН – автономний інвертор напруги; БОН – блок обчислення напруги; АД – асинхронний двигун із короткозамкненим ротором.

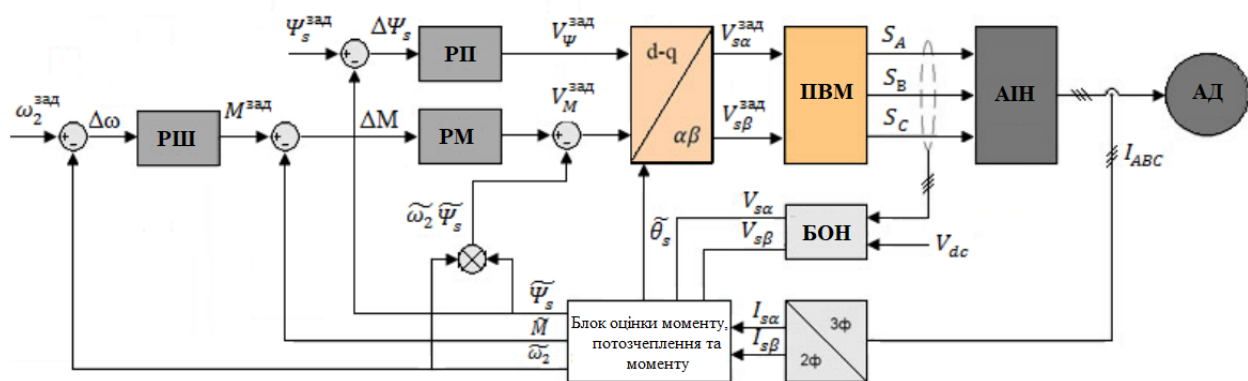


Рис. 1. Функціональна схема електроприводу з прямим управлінням моментом

Система автоматичного управління побудована за принципом підпорядкованого регулювання координат із зовнішнім контуром регулювання швидкістю посудин шахтної підйомної установки (ШПУ) та внутрішніми контурами регулювання моментом та потокозчеплення ротора АД. Блок «регулятор швидкості» (РШ) отримує інформацію про стан електроприводу (на вході РШ порівнюються сигнали негативного зворотного зв'язку швидкості з сигналом завдання по швидкості) та видає завдання на контур регулювання ПУМ. У контурі ПУМ формуються відповідні керуючі сигнали керування АД. На вході контуру ПУМ порівнюються сигнали (фактичні) зворотних зв'язків за електромагнітним моментом та пружним моментом навантаження. Фактичні сигнали зворотних зв'язків по потоку зчеплення ротора та електромагнітного моменту через блок «обчислення неспостережуваних координат» (БОК) порівнюються із заданими сигналами. Результат порівняння є сигналом завдання внутрішніх контурів потокозчеплення ротора і моменту. Компенсуючий зворотний зв'язок за пружним моментом навантаження введено для обмеження величини перерегулювання в режимі рекуперативного гальмування при спуску кінцевого навантаження.

Зовнішній регулятор у системах ПУМ, зазвичай, це регулятор пропорційно-інтегрального типу [4-5]. Однак, відомі системи, в яких використовуються П-регулятори та ПІД-регулятори. Зовнішній контур регулювання у системах ПУМ замкнений за частотою обертання двигуна. Сигнал зворотного зв'язку може бути отриманий шляхом прямого вимірювання частоти обертання за допомогою обертового датчика швидкості будь-якого виду, або може бути обчислений в блоці обчислення

непостережуваних координат на підставі інформації про фазні напруги і струми асинхронного двигуна. Під час налаштування зовнішнього контуру не враховано вплив внутрішнього зворотного зв'язку за пружним моментом навантаження.

Висновки

Запропонована модернізована система управління швидкістю посудин шахтної підйомної установки, побудована за принципом підпорядкованого регулювання координат. Система забезпечує компенсацію впливу кінцевого навантаження шахтної підйомної установки в режимі рекуперативного гальмування, а блок дволанкового перетворювача частоти (ДПЧ) з розробленою ланкою рекуперації електроенергії та алгоритмом управління силовими ключами дозволяє забезпечити двосторонній обмін енергією між механізмом живлення і електродвигуном.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бешта О. С., Балахонцев О. Б. Электропривод шахтных подъемных установок. Перспективы розвитку // Гірничая електромеханіка та автоматика. – 2007. – Вип.78/2007. с.115-118.
2. Остроухов І. О., Борисенко В.Ф. Порівняльний аналіз систем електроприводів шахтних підйомних установок // Збірник трудів ДонНТУ. - 2005. – с.143-145.
3. Дацьковський Л. Х. Роговий В.І. Электропривод шахтных стационарных установок. Сучасний стан та перспективи// Електромашинобудування та обладнання. – 2006. – Вип. 66/2006. с.85-93.
4. Нусратов, П.Р. Сравнительный анализ преобразователей частоты в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в питающий сеть / П.Р. Нусратов // Наука и образование в XXI веке: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 января 2015 г.: в 5 частях. Часть III. М.: «АР-Консалт», 2015 г. – С. 33-36.
5. Datskovskii, L. Kh. Electric drives of mine-lifting machines / L. kh Datskovskii, V. I Rogovoi, I. S. Kuznetsov, I. A. Kuz'min, P. G. Vainstein, A. V. Biryukov // Russian Electrical Engineering. — 2010. — Vol 81. — No 1. — P. 15 – 30.

Ярослав Олександр Сергійович — ст. гр. ЕПА-21м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Василь Михайлович Кутін — д.т.н., професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vmkytin@gmail.com

Олександр Анатолійович Паянок — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник: **Василь Михайлович Кутін** — д.т.н., професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vmkytin@gmail.com.

Yaroslav Oleksandr S — student of the group EPA-21m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Kutin Vasyl M — Doct. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vmkytin@gmail.com.

Payanok Oleksandr A — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Supervisor: **Kutin Vasyl M** — Doct. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vmkytin@gmail.com.