

АЛГОРИТМ РОБОТИ ШАХТНОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ МАШИНИ ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано алгоритм роботи системи логічного керування електропривода установки, що забезпечує регулювання швидкості в заданому діапазоні із збереженням перевантажувальної здатності машини подвійного живлення за рахунок керування амплітудою, частотою та фазою додаткової напруги на роторі.

Ключові слова: алгоритм, електропривод, машина подвійного живлення, система керування, режими роботи, механічні характеристики.

Abstract

An algorithm for the logical control system of the electric drive of the installation is proposed, which provides speed control in a given range while maintaining the overload capacity of the dual power supply by controlling the amplitude, frequency and phase of the additional voltage on the rotor.

Key words: algorithm, electric drive, dual power machine, control system, operating modes, mechanical characteristics.

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].

Для вибору оптимального способу модернізації електропривода змінного струму шахтної підйомної установки необхідно виділити характерні режими роботи даного електропривода [2].

Електропривод підйомної установки працює у повторно-короткочасному режимі. Тип діаграми швидкості руху піднімальних посудин залежить від типу підйомних установок, посудин, способів завантаження та вивантаження. Однак у всіх діаграмах є три основні періоди: розгін, рух з постійною швидкістю, сповільнення. Режим розгальмовування також слід виділити, він полягає в тому, що під час зняття механічного гальма на валу піднімаючої машини, створюється момент, який рівний статичному навантаженню. Швидкість дотягування повинна бути стабільною у всіх циклах і обмежена її абсолютним значенням. Швидкість ревізії, швидкість виходу та швидкість входу скіпів в вивантажувальні криві також мають обмежуватися [3].

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності електропривода шахтної підйомної установки на основі машини подвійного живлення шляхом розробки та реалізації алгоритму роботи системи логічного керування електропривода шахтної підйомної установки за рахунок поєднання роботи машини з керованим перетворювачем напруги та керованим перетворювачем струму в колі ротора.

Результати дослідження

Основною проблемою застосування машини подвійного живлення в електроприводах ШПУ є реалізація режиму розгальмовування та робота машини на малій швидкості. Існуючі реалізації електроприводів на основі машини подвійного живлення передбачають використання для розгальмовування роторної станції або додаткового частотного перетворювача кола статора, що ускладнює схему управління і знижує надійність приводу [4].

Однак схема електроприводу з додатковими активними опорами в колі ротора має оптимальні характеристики в області низьких швидкостей, оскільки зміна активного опору ротора не викликає зміни критичного моменту, і, отже, перевантажувальної здатності, що дозволяє реалізувати режим гальмування і стійкого руху на малій швидкості [3].

Реалізація такого регулювання за допомогою тільки додаткових резисторів передбачає наявність дуже великої їх кількості з номіналами від 0 до R, що неможливо. Аналогічного ефекту зміни активного опору ротора можна досягнути регулюванням активної складової струму ротора без зміни його активного опору. Основним способом реалізації такого підходу є регулювання випрямленого струму ротора при включенні до кола ротора випрямляча (подібний підхід реалізується в схемах АВК). При цьому, щоб уникнути ривків струму (моменту), необхідна реалізація ковзного регулювання активної складової струму ротора.

На рисунку 1 приведені механічні характеристики машини, на яких позначені переходи між механічними характеристиками, що відповідають різним швидкостям приводу. При гальмуванні шляхом збільшення амплітуди додаткової напруги на роторі в асинхронному режимі поточна швидкість виявляється вищою за швидкість ідеального холостого ходу на новій характеристиці. При цьому робоча точка ω_n зміщується у другий квадрант (точка ω'_n), і привод розвиває гальмівний момент, перебуваючи в режимі рекуперації. Під дією цього моменту швидкість машини зменшується до заданої швидкості ω_1 . Розгін машини в асинхронному режимі здійснюється аналогічно.

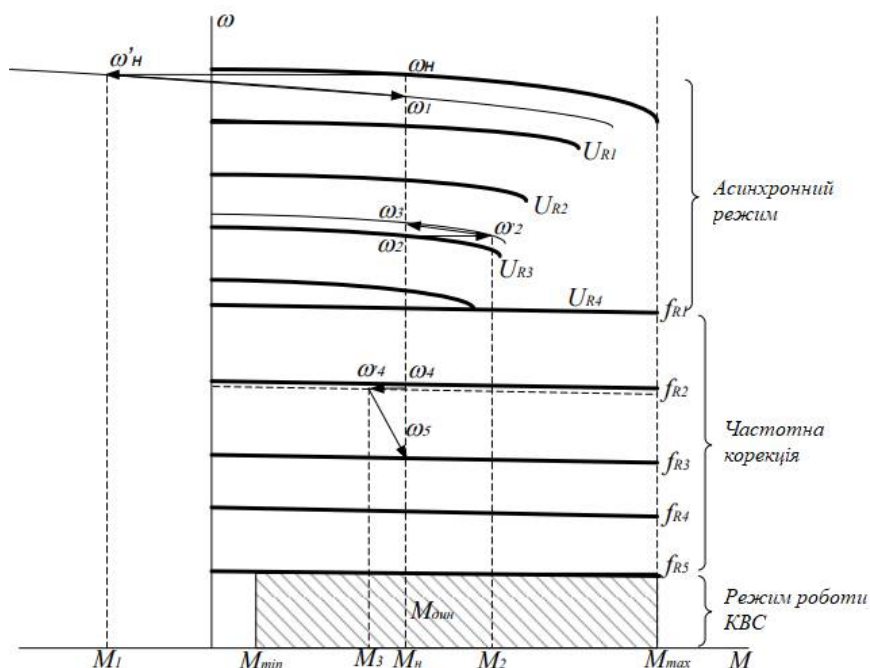


Рис. 1. Механічні характеристики машини подвійного живлення в різних режимах роботи

У режимі частотної корекції при збільшенні частоти та амплітуди додаткової напруги зменшується момент приводу, і відбувається гальмування машини до заданої швидкості по траєкторії ω_4 - ω'_4 - ω_5 .

В режимі КВС є досяжним будь-який необхідний момент приводу, тому заштрихована на рисунку 1 область відповідає області досяжних динамічних моментів. По характеристикам також видно, що в комбінації режимів зберігається прийнятна перевантажувальна здатність машини у всьому діапазоні регулювання швидкості.

Необхідно запропонувати алгоритм функціонування установки із використанням машини подвійного живлення (МПЖ), який забезпечуватиме режими роботи МПЖ з керованим випрямлячем напруги (КВН) та керованим випрямлячем струму (КВС) у роторі [4].

Аналізуючи приведені на рисунку 1 механічні характеристики машини в різних режимах, можна скласти алгоритм роботи електроприводу, тобто опис послідовності функціонування машини в різних режимах, залежно від розбиття робочої зони механічних характеристик машини на ділянки, в яких механічні характеристики машини не змінюються якісним чином. Виділимо такі ділянки:

1. Розгальмування: до ротора підключається керований перетворювач струму (КПС). КПС плавно збільшує активну складову струму машини до вирівнювання моменту машини та моменту навантаження. Після зняття гальма, двигун під дією динамічного моменту розганяється до малої швидкості ω_1 . Після досягнення цієї швидкості КВС відключається від ротора, підключається КВН.

2. Розгін з частотною корекцією: при підключеному до ротора керованому перетворювачі напруги

зменшується амплітуда додаткової напруги на роторі, швидкість обертання ротора збільшується.

3. Робота на заданій швидкості в режимі руху: на виході перетворювача напруги встановлюється напруга з амплітудою, що відповідає необхідній механічній характеристиці машини. Частота додаткової напруги постійна.

4. Гальмування в рекуперативному режимі: на виході перетворювача напруги амплітуда додаткової напруги безперервно збільшується до величини, що відповідає необхідній кінцевій механічній характеристиці. Частота додаткової напруги збільшується із зменшенням швидкості.

5. Робота в області малих швидкостей: при зниженні швидкості машини до швидкості $\omega_{кр}$ включається режим частотної корекції.

6. Зупинка приводу: в режимі руху з малою швидкістю до ротора підключається КПС, зменшується активна складова струму ротора, машина зупиняється, після чого накладається механічне гальмо.

7. Реверсування при нульовій швидкості: на загальмованому приводі при нульовому струмі ротора перемикається реверсор кола статора.

Функціональна схема електропривода зі змінною структурою на основі МПЖ, яка дозволяє реалізувати вище приведений алгоритм та коректний перехід між різними режимами керування електропривода технічно реалізується на основі асинхронного двигуна з фазним ротором, двох перетворювачів (струму та напруги) та системи управління перетворювачами, що працює під контролем інформаційно-керуючої системи (ІКС).

Висновки

Встановлено, що запропонований алгоритм роботи системи логічного керування електропривода установки забезпечує регулювання швидкості в діапазоні не менше 30:1 із збереженням переважувальної здатності машини подвійного живлення за рахунок керування амплітудою, частотою та фазою додаткової напруги на роторі. Запропонований алгоритм дозволяє реалізувати управління машиною з діапазоном зміни швидкості не менше 30:1 за рахунок поєднання роботи машини з керованим перетворювачем напруги та керованим перетворювачем струму в колі ротора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бешта О. С., Балахонцев О. Б. Електропривод шахтних підйомних установок. Перспективи 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. Електропривод шахтних стаціонарних установок. Сучасний стан та перспективи// Електромашинобудування та обладнання. – 2006. – Вип. 66/2006. с.85-93.
4. Онищенко, Г. Б. Асинхронные вентиляльные каскады и двигатели двойного питания / Г. Б. Онищенко, И. Л. Локтева. — М. : Энергия, 1979. — 200 с.

Ігор Ігорович Сафтюк — ст. гр. ЕПА-20мз, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Сергій Миколайович Бабій — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: babiy82sm@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: *Олександр Анатолійович Паянок* — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Saftyuk Igor I — student of the group ETZ-19m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Babij Sergiy M — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: babiy82sm@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: *Babij Sergiy M* — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.