

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Запропонована система управління синхронізованим асинхронним електроприводом з незалежним живленням обмоток ротора та імпульсним перетворювачем у ланці постійного струму, що забезпечує знижену кількість комутацій силових транзисторів інвертора за рахунок алгоритму формування струму у ланці постійного струму, що сприяє зниженню комутаційних втрат.*

**Ключові слова:** синхронізований електропривод, асинхронний двигун, система управління, стрічковий конвеєр, алгоритм, постійний струм, коло ротора.

### *Abstract*

*The control system of a synchronized asynchronous electric drive with independent power supply of the rotor windings and a pulse converter in the direct current circuit was proposed, which ensures a reduced number of the inverter power transistors switchings due to the current generation algorithm in the direct current circuit, which contributes to the reduction of switching losses.*

**Keywords:** synchronized electric drive, asynchronous motor, control system, belt conveyor, algorithm, direct current, rotor circle.

### **Вступ**

В сьогоденні енергоефективність є пріоритетним напрямом розвитку енергетики. Більшість електроенергії, що витрачається на промислових підприємствах, припадає на частку електроприводів, що виконують функцію перетворення електричної енергії в механічну. Таким чином, для вирішення актуальних завдань енергозбереження необхідно впроваджувати на виробництві нові, енергоефективні системи керування електроприводами (СКЕП).

Через зростаючі вимоги технологічних процесів до динаміки перехідних процесів, а також необхідність підвищення ефективності використовуваного електроустаткування виникає тенденція переходу від використання електроприводів постійного струму до електроприводів змінного струму.

Сучасний автоматизований електропривод - складна система автоматичного управління, що здійснює крім вироблення механічної енергії збір інформації про параметри технологічного процесу, її обробку та видачу керуючих сигналів на вихідний пристрій, що забезпечує необхідний перебіг процесу [1]. Механізми, в яких до систем управління пред'являються підвищені вимоги, пов'язані з отриманням жорстких механічних характеристик у широкому діапазоні швидкостей, до яких належать механізми конвеєрів, становлять значний інтерес. В таких випадках можливе застосування частотних способів регулювання швидкості асинхронного двигуна з фазним ротором. Якщо ротор двигуна живиться від джерела постійної напруги, то режим, що виникає при цьому, називають синхронізованим режимом роботи асинхронного двигуна. Подібний режим роботи має низку переваг, однією з яких є можливість регулювання коефіцієнта потужності асинхронного двигуна та енергосистеми в цілому [2].

Метою проведеного дослідження є підвищення енергетичної ефективності системи керування стрічкового конвеєра за рахунок використання принципів частотного керування асинхронним електроприводом шляхом первинного його пуску та подальшою синхронізацією з незалежним живленням обмоток ротора та імпульсним перетворювачем у ланці постійного струму, що забезпечуватиме знижену кількість комутацій силових транзисторів інвертора за рахунок алгоритму формування струму у ланці постійного струму.

## Результати дослідження

Одним із варіантів реалізації системи синхронізованого електроприводу є система, в якій запуск двигуна здійснюється в асинхронному режимі, а синхронізація – шляхом подачі постійного струму в обмотку ротора здійснюється при досягненні двигуном підсинхронної частоти обертання [3, 4].

Розглянемо систему управління, в якій постійна напруга в обмотку ротора асинхронного двигуна подається від стороннього джерела. Система управління, що дозволяє проводити частотний пуск асинхронного двигуна з наступною його синхронізацією, приведена на рис 1.

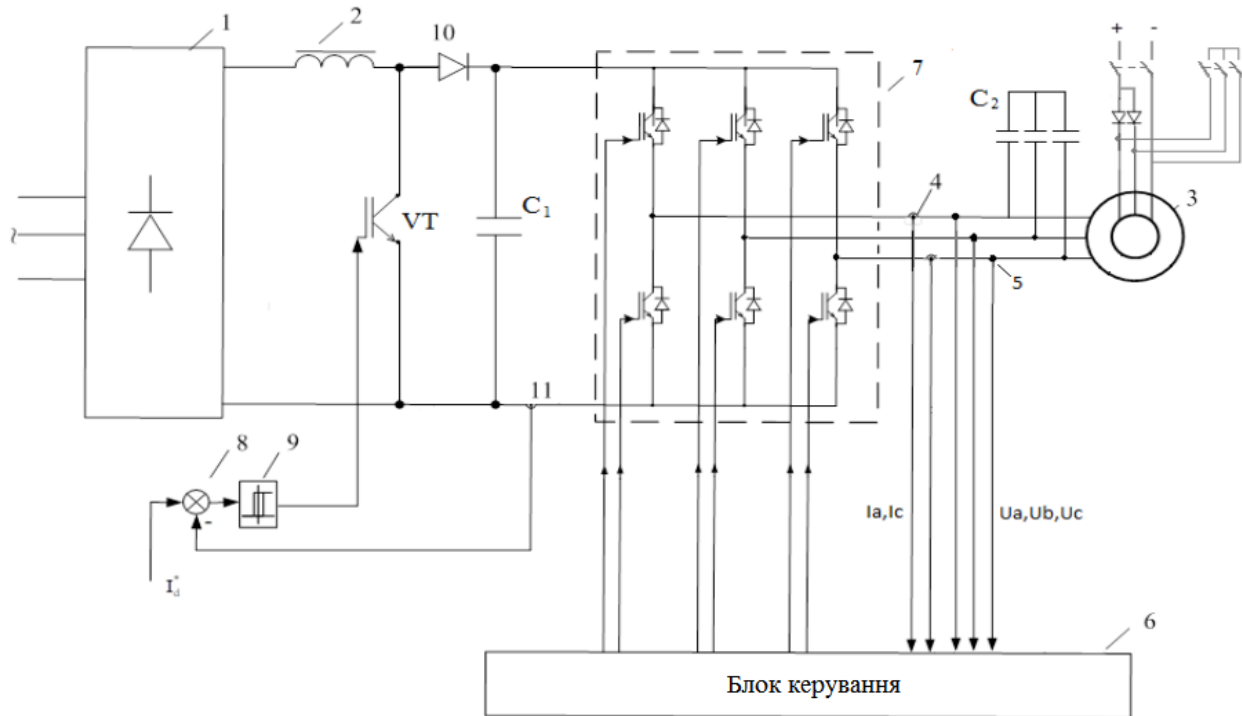


Рис. 1. Схема синхронізованого електроприводу з незалежним управлінням кола ротора

Інвертор складається із шести IGBT-транзисторів. Для зниження імпульсних втрат, що виникають у процесі комутації силових вентилів у системі керування синхронізованим електроприводом з незалежним живленням обмотки ротора, пропонується певним чином керувати величиною струму у ланці постійного струму. Для цього у ланку постійного струму перетворювача частоти включений підвищуючий імпульсний перетворювач.

До складу електроприводу входить некерований випрямляч 1, реактор 2, транзистор VT забезпечує регулювання струм. Двигун 3, датчики 4,5 забезпечують передачу електричних параметрів роботи електроприводу блок управління 6, інвертор 7, компаратор 8 забезпечує порівняння заданого значення зі значенням струму, що надходить з датчика струму 11. З виходу блоку порівняння сигнал надходить на релейний регулятор 9. Принцип дії підвищуючого імпульсного перетворювача полягає в наступному:

- коли транзистор VT включений, в котушці 2 енергія накопичується, двигун отримує живлення із зарядженого конденсатора  $C_1$ , діод 10 необхідний для забезпечення протікання струму в одну сторону.

- коли транзистор VT вимкнений, струм котушки 2 протікає до навантаження і одночасно заряджає конденсатор  $C_1$ .

В якості джерела постійної напруги для обмотки ротора може використовуватися керований або некерований випрямляч. Включений у ланку постійного струму імпульсний перетворювач забезпечує можливість регулювання значень фазних струмів двигуна не комутуючи на високій частоті ключі інвертора.

При переході від асинхронного режиму роботи АД до синхронного необхідно змінити частину системи керування між виходом регулятора швидкості та входом блоку визначення миттєвих значень модуля статора.

Управління двигуном здійснюється в такий спосіб. Після розгону двигуна в асинхронному режимі з частотно-струмовим управлінням з примусовим завданням ковзання до підсинхронної встановленої швидкості, в ротор подається постійний струм. Одночасно в системі керування при визначенні сигналу завдання на частоту статора в синхронному режимі відключається блок завдання – 12.

В результаті частота струму статора стане рівною частоті обертання ротора, а сигнал завдання на вході та виході регулятора швидкості не зміниться. На виході регулятора швидкості і вході блоку формування миттєвих значень струму статора перемикаючі елементи блоку БО виводять з роботи блоки розрахунку заданого значення струму статора в асинхронному режимі і вводять блоки розрахунку значення струму в синхронному режимі.

### Висновки

Запропоновано систему управління синхронізованим асинхронним електроприводом з незалежним живленням обмоток ротора та імпульсним перетворювачем у ланці постійного струму, що забезпечує знижену кількість комутацій силових транзисторів інвертора за рахунок алгоритму формування струму у ланці постійного струму, що сприяє зниженню комутаційних втрат. Застосування системи управління з незалежним живленням обмоток ротора є актуальним у приводах стрічкових конвеєрів, що характеризуються постійним моментом опору та працюють у тривалому режимі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Beshta O.S. Electric drives adjustment for improvement of energy efficiency of technological processes, Scientific Bulletin NSU, 2012, Vol. 4, pp. 98-107. The original source of material: <http://nv.nmu.org.ua/index.php/ru/component/jdownloads/finish/34-04/530-2012-4-beshta/0>.

2. Система автоматизованого керування конвеєром гірничовидобувного підприємства / А.П. Тарасюк – Магістерська дисертація. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2018 – 96 с.

3. Казачковський М. М. Комплектні електроприводи: Навчальний посібник. - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003.-226 с.

4. Белов М. П. Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів і технологічних комплексів: підручник для студ. вищ. навч. закладів / М.П. Белов, В.А. Новіков, Л. Н. Розсудів. - 3-є изд., вип. - М.: Видавничий центр Академіям, 2007. - 576 с. ISBN 978-5-7695-4497-2.

*Заданюк Олег Сергійович* — ст. гр. ЕПА-22м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

*Богачук Володимир Васильович* — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogachukvv64@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: *Богачук Володимир Васильович* — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogachukvv64@gmail.com

*Zadanyuk Oleg S* — student of the group EPA-22m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

*Bogachuk Volodymyr V* — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogachukvv64@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: *Bogachuk Volodymyr V* — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogachukvv64@gmail.com.