

## ПЕРЕТВОРЮВАЧ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПІДВИЩЕНОЇ ЧАСТОТИ

Біляєва А.С., *belyaevanastya02@gmail.com*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Поширення регульованого електроприводу в промисловості отримало з одного боку завдяки експлуатаційним перевагам і гнучкості, які надає електропривод, а з іншого – удосконаленню і здешевленню відповідного обладнання, яке забезпечується сучасними засобами і принципами перетворення і регулювання електричної енергії. Одним з найбільш перспективних є регульований електропривод з короткозамкненим асинхронним двигуном, який живиться від транзисторного інвертора напруги [1] – регулювання напругою здійснюється за принципом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ).

Пропонується структурна однолінійна схема перетворювача частоти (рис. 1), яка може бути застосована під час проектування регульованого електроприводу з короткозамкненим високовольтним асинхронним електродвигуном.

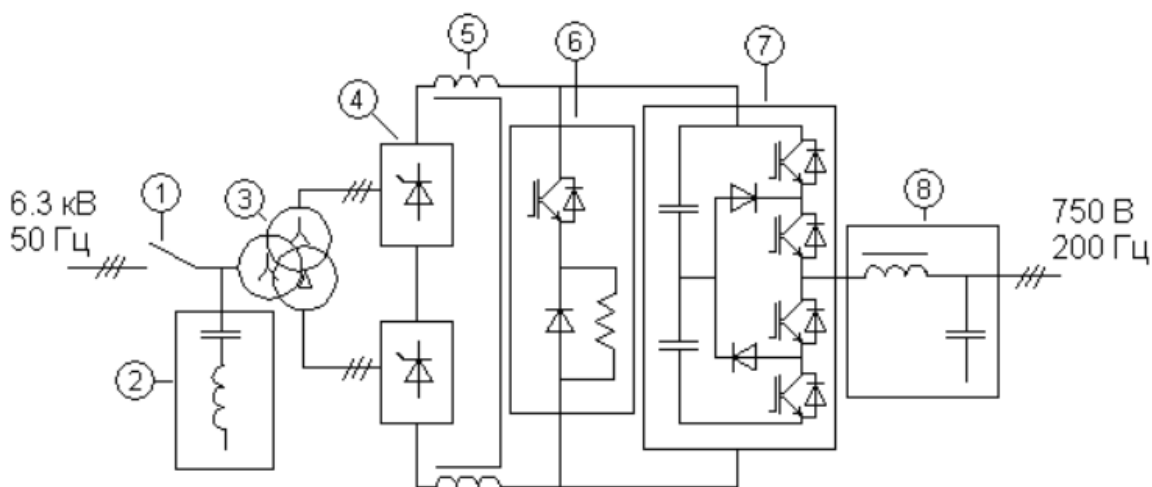


Рисунок 1 – Структурна однолінійна схема перетворювача:

1 – вакуумний вимикач; 2 – фільтр-компенсуючий пристрій; 3 – знижувальний трансформатор; 4 – випрямляч; 5 – згладжувальні реактори; 6 – блок резистивного гальмування; 7 – інвертор; 8 – вихідний фільтр напруги.

Напруга мережі живлення електродвигуна, яка становить 6,3 кВ за допомогою вакуумного вимикача 1, що виконує захисні функції і дозволяє відключити напругу силової мережі в разі виникнення аварійного режиму, подається до входу перетворювача частоти (ПЧ). Для поліпшення гармонійного складу споживаного струму і часткової компенсації реактивної потужності, споживаної перетворювачем з мережі живлення, на вході ПЧ

встановлено фільтр-компенсуючий пристрій 2. Далі встановлений знижувальний трансформатор 3, обмотки якого з'єднані за схемою  $Y/Y-\Delta$  – він забезпечує необхідний рівень напруги на вході випрямляча і узгоджує напругу мережі живлення (6,3 кВ) і двигуна (750 В). Застосування такого трансформатора обумовлено необхідністю поліпшення показників впливу на мережу живлення[2].

Далі знижена напруга подається до керованого випрямляча 4, який виключає необхідність встановлення допоміжних ланцюгів попереднього заряду конденсаторів кола постійного струму і одночасно дозволяє більш точно підтримувати необхідну напругу в колі постійного струму, знижуючи втрати в інверторі і покращуючи гармонійний склад вихідної напруги. Блок резистивного гальмування 6, який встановлений після випрямляча, дозволяє скидати зайву енергію, що може утворюватися при швидкому гальмуванні двигуна перетворювачем, а також в разі надмірного створення моменту на валу електропривода.

Згладжувальні реактори 5, встановлені на шинах інвертора, дозволяють позбутися пульсації випростаної напруги. Для створення напруги підвищеної частоти в перетворювачі передбачений трирівневий інвертор 7, побудований на швидкодіючих IGBT-модулях і виконаний за схемою з фіксованою нульовою точкою. Робоча частота ШІМ зазвичай у подібних перетворювачах обирається близькою до 5 кГц [3].

На виході інвертора встановлений силовий фільтр 8, за допомогою якого забезпечується синусоїдальна форма напруги на затискачах електродвигуна. Спотворення вихідної напруги, що пов'язані з роботою ШІМ-перемикачів, таким чином становлять частки відсотка від номінального значення. Це дозволяє виключити виникнення небажаних хвильових процесів і перенапруг в кабелі і обмотках статора, пов'язаних зі значною частотою перемикання силових транзисторів.

У перетворювачі частоти використовується принцип фільтрації ШІМ, при якому реактивна потужність конденсаторів вибирається еквівалентною реактивній потужності електродвигуна разом з вихідним індуктивним фільтром (дроселем). Магнітопровід дроселя фільтра виготовлений з електротехнічної сталі, його розміри обумовлені втратами в сталі від ШІМ-пульсацій. Оскільки частота пульсацій висока – індуктивність дроселя також достатньо значна, отже це не потребує збільшення його розмірів і маси.

Управління напругою випрямляча, а також вихідною напругою перетворювача здійснюється вбудованою в перетворювач системою, організованою на швидкодіючому цифровому сигнальному процесорі. Він формує імпульси управління випрямляча і інвертора, які передаються від блоку системи управління за допомогою оптоволоконного кабелю.

Застосування оптоволоконного зв'язку допоможе вирішити проблему перешкодозахищеності і забезпечить гальванічне розв'язання блоку керування і драйверів IGBT-транзисторів. За допомогою пропонованого перетворювача може бути реалізовано векторне управління електроприводом,

що дасть змогу обійтися без використання датчика швидкості. У разі виникнення аварійної ситуації можна передбачити запис вхідних і вихідних параметри перетворювача в енергонезалежну пам'ять у вигляді осцилограм з фіксацією події в хронологічному порядку в текстовому протоколі. Згодом, ці осцилограми і протоколи можуть бути передані до ftp-серверу для подальшої діагностики неполадок [4] або безпосередньо записані на зовнішній носій.

#### **Список використаних джерел**

1. Rui Rong, YaoHua He. "An 820A compact IGBT module with new chip technology for automotive inverter application" in PCIM Asia International Exhibition and Conference for Power Electronics, August 2017.
2. Остриров В. Рациональные схемы преобразователей частоты для мощных синхронных индукторных электроприводов. / В. Остриров, К. Мильский // Электронные компоненты. – 2008. – №11. – С. 26-31.
3. Филатов В. Двух- и трёхуровневые инверторы на IGBT. Перспективные решения / В. Филатов // Силовая электроника. – 2012. – №4. – С. 38-41.
4. Kurashkin S.F. Mathematical model of asynchronous motor diagnosis / S.F. Kurashkin, I.A. Popova, V.S. Popryaduhin, O.V. Kovalov // Science progress in European countries: new concepts and modern solutions. Proceedings of the 6th International conference. ORT Publishing. Stuttgart, Germany. 2019. Pp. 361-366.

**Науковий керівник:** *Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В.В. Овчарова, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОБМЕЖЕННЯ КОМУТАЦІЙНИХ ПЕРЕНАПРУГ**

**Сідельников Б. Ю., E-mail: [bogdansidelnikov@gmail.com](mailto:bogdansidelnikov@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Від перенапружень в мережі залежить стан ізоляції електроустаткування, що визначає надійність роботи і безпеку його обслуговування. Окрім атмосферних перенапружень і перенапружень, обумовлених однофазними замиканнями на землю в мережах з ізольованою нейтраллю, вагомий вплив на ізоляцію електроустаткування роблять комутаційні перенапруження, особливо в установках з частими комутаціями (рис. 1).