

УДК 621.365.5

Попов В.В.¹, Прихно В.Л.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ БЕЗКОНТАКТНИХ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЖИМІВ ІНДУКЦІЙНИХ ПЕЧЕЙ

У сучасному промисловому виробництві є актуальним підвищення ефективності виробничого процесу за рахунок застосування високотехнологічних процесів і обладнання. Електротехнологічні установки забезпечують переваги в порівнянні з іншими для аналогічних видів технологічних процесів, однак вони вимагають модернізації в зв'язку з появою пристроїв автоматичного регулювання.

Застосування сучасних засобів автоматичного регулювання технологічного процесу дозволяє підвищити конкурентоспроможність продукції за рахунок зниження її собівартості при зниженні частки енерговитрат в загальній собівартості продукції. В даний час розроблені способи регулювання з використанням безконтактних регуляторів параметрів електроенергії (БРПЕ). Основою такого пристрою є тиристорно-транзисторні модулі (ТТМ).

Одним з основних вимог до БРПЕ є забезпечення їх електромагнітної сумісності з живильною мережею й навантаженням. В процесі своєї роботи вони не повинні генерувати вищі гармоніки напруги або струму. Розроблено кілька

типових ТТМ з різною кількістю дискретних рівнів напруги на їхніх вихідних затискачах. У статичних режимах роботи ТТМ певна частина тиристорних ключів (ТК) знаходиться на протязі всього періоду напруги живлення у включеному стані (кут керування дорівнює 0°), а інша їх частина повністю виключена. Тому ТТМ в статичних режимах роботи вищі гармоніки напруги або струму не генерує. Переведення ТТМ в різні режими роботи здійснюється спеціальними алгоритмами з природною комутацією за допомогою ТК. У перехідних режимах роботи комутаційні надструми і перенапруги на елементах регульовального органу ТТМ не виникають, а самі комутаційні процеси мають тривалість не більше декількох мікросекунд. Можна вважати, що побудовані за таким принципом ТТМ мають електромагнітну сумісність з мережею живлення і навантаженням.

Другим важливим принципом побудови БРПЕ є можливість інтегрованого використання тих самих ТК і трансформаторного обладнання для роботи в найбільшій кількості різних стаціонарних режимів. Реалізація цього принципу викликає регулювання напруги на вихідних затискачах устаткування не тільки шляхом арифметичного сумування (або віднімання) векторів напруги мережі живлення та самого обладнання, а й геометричного їх додавання. Тому в одному обладнанні з'єднується поздовжнє і поперечне регулювання напруги.

Аналіз схеми безконтактного регулювання напруги швейцарської фірми АВВ показав, що вона істотно програє за витратами на виготовлення трансформаторного обладнання і за кількістю використовуваних ТК. Це обумовлено тим, що в такій схемі передбачене тільки арифметичне підсумовування (або віднімання) векторів напруги мережі живлення та самого обладнання. Наприклад, для забезпечення на вихідних затискачах $\pm 4 U_c$ (U_c - ступінь регулювання напруги) в схемі пристрою БРПЕ (де основа ТТМ) передбачається один допоміжний трансформатор та 18 ТК. Якщо для цих цілей використовувати схему фірми АВВ, то необхідно два допоміжних трансформатора та 24 ТК. У ТТМ в будь-якому стаціонарному режимі роботи під струмом навантаження буде не більше 6 ТК, а в обладнанні фірми АВВ таких ключів повинно бути 12. Очевидні великі втрати енергії в ТК і трансформаторному обладнанні пристрої фірми АВВ, а, отже, така реалізація регулювання має низький коефіцієнт корисної дії.

Третім основним принципом створення БРПЕ є модульний образ їх побудови. Реалізація саме цього принципу дозволяє досить ефективно при послідовному з'єднанні окремих модулів однакового схематичного виконання отримувати пристрій з широким діапазоном регулювання параметрів електроенергії при збереженні високої точності регулювання.

Енергозберігаючим принципом побудови БРПЕ для електропостачання потужних електротехнологічних приймачів електроенергії є відмова від використання механічного обладнання для широкодіапазонного регулювання

напруги на вихідних затискачах приймачів під струмом навантаження. Це потребує такий пристрій як реактор, що входить до складу спеціальних трансформаторів (пічних, перетворювальних та ін.). Використання реактору призводить до суттєвого збільшення номінальної потужності цих трансформаторів в порівнянні зі споживаним навантаженням, а звідси й самоочевидні недоліки. Якщо на основі використання ТТМ побудувати схему електропостачання, то можна отримати БРПЕ з широким діапазоном ступеневого регулювання напруги. В цьому випадку мережевий трансформатор має первинну обмотку високої напруги та дві вторинні обмотки. Один такий трансформатор використовується для електропостачання одночасно декількох потужних електротехнологічних приймачів, а також як цехова трансформаторна підстанція живлення всіх електроприймачів конкретного цеху.