

## **ДВАНADЦЯТИПУЛЬСНИЙ ПАРАЛЕЛЬНИЙ РЕВЕРСИВНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Шагіян М.В., Холод О.І.**

*Національний технічний університет*

*«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Паралельні 12-пульсні перетворювачі є важливими для сучасної енергетики, зокрема для HVDC-систем, тягових підстанцій, систем накопичення енергії та відновлюваних джерел енергії, де критичною є потреба у двосторонній передачі енергії та роботі на високих рівнях потужності. У тягових підстанціях використання 12-пульсних схем на базі двох трифазних мостів забезпечує низький рівень вищих гармонік і високий коефіцієнт потужності. У промислових системах застосування паралельних мостів дозволяє працювати з великими навантаженнями, забезпечуючи оптимізацію вартості трансформаторів та досягнення високих вихідних струмів. Ключовою перевагою 12-пульсних схем є придушення найзначущіших низькочастотних гармонік: за умов балансного живлення п'ята та сьома гармоніки практично відсутні, тоді як домінуючими залишаються лише гармоніки порядку  $12n \pm 1$  (зокрема 11-та та 13-та). Це особливо важливо для систем відновлюваної енергетики, наприклад у вітротурбінах, де такі перетворювачі забезпечують істотне зниження коефіцієнта гармонічних спотворень (THD) порівняно з традиційними 6-пульсними схемами. Додатково багатofазні перетворювачі характеризуються високою енергоефективністю.

Завдяки зменшенню комутаційних і провідникових втрат досягається зниження сумарних втрат, що позитивно впливає на тепловий режим силових елементів і знижує їх робочі температури. Паралельне з'єднання модулів забезпечує додаткові переваги, зокрема резервування за принципом N+1, рівномірний розподіл струмів і підвищену стійкість системи до відмов. Масштабованість реалізується шляхом нарощення кількості паралельних модулів без істотного погіршення гармонічного складу, що дозволяє зберігати якість електроенергії та гнучкість керування. Крім того, система підтримує двосторонній потік енергії, що є важливим для реалізації режимів рекуперації в електроприводах і системах накопичення енергії. Водночас до недоліків можна віднести збільшені габарити і масу трансформаторного обладнання, а також необхідність забезпечення балансування струмів між паралельними каналами.

Метою роботи є розробка та всебічний аналіз високовольтного двонаправленого 12-пульсного паралельного перетворювача постійного струму.

Отримані результати підтвердили значне зниження гармонічних спотворень: п'ята і сьома гармоніки практично відсутні, а загальний рівень THD зменшується в порівнянні з 6-пульсними схемами. Запропоновано використання активних методів балансування струмів між паралельними модулями для підвищення стабільності роботи системи. Загалом результати підтверджують високу ефективність і перспективність 12-пульсних паралельних перетворювачів для використання в сучасних системах, включаючи сонячні та вітрові електростанції, зарядні станції електромобілів і промислові підстанції, де важливими є енергоефективність, надійність і якість електроенергії.