

УДК 629.423.24

Д.О. Кулагін¹,

К.О. Кулагіна²

Н.А. Калініченко³

¹ канд. техн. наук, старш. викл. ЗНТУ

² магістр ЗНТУ

³ студ. ЗНТУ

ВИКОРИСТАННЯ 4q-S ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В ТЯГОВИХ ПЕРЕДАЧАХ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

Застосування електронних перетворювачів електроенергії в системах тягової електропередачі є якісно новим і перспективним напрямом удосконалення електропередачі для підвищення ефективності електропередачі електропоїздів змінного струму. З розвитком силової електроніки, перетворювальної і мікропроцесорної техніки з'явилася можливість розробки нового виду тягового електроприводу і, на його базі, нових локомотивів, що забезпечують високі техніко-економічні характеристики рухомого складу і низькі витрати на експлуатацію.

Збільшення встановленої потужності напівпровідникових перетворювачів в електроприводах по відношенню до встановленої потужності живлячих їх трансформаторів і мереж викликає збільшення спотворення в живлячій мережі. Крім цього, використання нових силових повністю керованих приладів приводить до більш жорстких (швидких) процесів комутації, які викликають появу значних імпульсів струму з крутими фронтами. Ці режими вимагають дослідження явищ, що протікають в живлячих мережах на рівні миттєвих значень, для визначення електричних, теплових і електромагнітних дій як на елементи електроустаткування і зв'язку, так і на навколишнє середовище. Не зважаючи на численні дослідження впливу вентильних приводів і перетворювачів на живлячу мережу (коефіцієнт зрушення, коефіцієнт спотворення, які характеризують коефіцієнт потужності, комутаційні провали в напрузі живлячої мережі), кожна нова схема електроприводу, з урахуванням різноманіття конфігурацій перетворювачів і параметрів живлячої мережі, вимагає детального дослідження з метою виявлення специфічних режимів і підвищення ефективності як електроприводу в цілому, так і використання його електроустаткування. Особливо це характерно для потужних вентильних електроприводів.

Останнім часом з'явилися електроприводи з використанням 4q-S перетворювачів для реалізації режимів рекуперації і підвищення коефіцієнта потужності, які дозволили істотно підвищити їх ефективність

з погляду впливу електроприводу на живлячу мережу, проте вони не вирішують проблему підвищення ефективності потужних приводів в цілому. Основна маса досліджень роботи 4q-S перетворювачів проведена щодо номінальних режимів перетворювачів, де обґрунтована їх висока ефективність. В той же час, значна частина приміського і міського електрорухомого складу працює в повторно-короткочасних режимах, коли швидкість електроприводу багато разів змінюється від нуля до максимальної. Вказана обставина приводить до збільшення коефіцієнта спотворення 4q-S перетворювачів. Наприклад, при зміні вхідного струму 4q-S перетворювача в межах 0-0,5 номінального струму настає істотна зміна (у бік погіршення) коефіцієнта спотворення струму, а, отже, і коефіцієнта потужності. Використання широтно-імпульсної модуляції вихідної напруги інверторів для управління асинхронним приводом або імпульсним регулюванням швидкості двигунів постійного струму супроводжується широкою зміною струмових навантажень випрямлячів, що забезпечують живлення шини постійного струму інвертора. Діапазон зміни навантажень практично пропорційний діапазону модуляції вихідної напруги інвертора.

Існуючі класичні методи аналізу (метод основної гармоніки, гармонійного аналізу та ін.) не дозволяють повною мірою оцінити процеси, пов'язані з явищами, що виникають при стрибкоподібних змінах параметрів і електричних величин (процеси комутації), при яких відбувається часткове накладення електромагнітних перехідних процесів на основний процес передачі енергії. Вони бувають настільки істотними, що можуть викликати пошкодження або перевантаження окремих елементів устаткування, що, зрештою, знижує надійність електроустановки.

Поліпшення коефіцієнта спотворення досягається декількома методами:

- ускладнення структури силової схеми 4q-S перетворювача;
- ускладнення алгоритмів;
- зміною параметрів устаткування в живлячій мережі;
- застосуванням фільтрів вищих гармонік і компенсуючи пристроїв.

Спроби поліпшити ефективність потужних електроприводів привели, завдяки досягненням у області силової електроніки, до створення складних схем вентиляльних перетворювачів, у тому числі і до створення систем вентиляльного електроприводу із змінною структурою вентиляльної частини.