

**РЕГУЛЮВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА З
ГІСТЕРЕЗИСНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ**

О. Plakhtiy

**REGULATING CHARACTERISTICS OF ACTIVE RECTIFIER WITH HYSTERESYS
CONTROL SYSTEM**

Вимоги до забезпечення якості електричної енергії висуваються на перший план при вирішенні питань передачі, перетворювання та розподілу електроенергії як у промисловості, так і на залізничному транспорті. На цей час найбільш поширено в складі тягових підстанцій постійного струму залізниць та метрополітенів застосовуються шестипульсні та дванадцятипульсні діодні випрямлячі. Суттєвим недоліком таких випрямлячів є емісія вищих гармонік вхідного струму у живильну мережу і вищих гармонік вихідної напруги в контактну мережу, які обумовлюють значні втрати електричної енергії в системі електропостачання та відсутність можливості реалізації режиму рекуперації енергії, що знижує енергоефективність системи енергопостачання.

Існує досить багато шляхів зниження емісії вищих гармонік випрямних установок у живильну та контактну мережі, серед них є застосування пасивних фільтрів, активних силових фільтрів, вольтододаткових перетворювачів, активних випрямлячів та інших методів.

Перспективним є застосування активних трифазних випрямлячів напруги (АВН) з корекцією коефіцієнта потужності в складі тягових підстанцій постійного струму метрополітенів та залізниць, що дасть змогу значною мірою покращити показники електромагнітної сумісності (ЕМС) з живильною та контактною мережами і забезпечити двонаправлену

передачу енергії. Проте алгоритми управління АВН потребують подальшого удосконалення. У зв'язку з цим науково-прикладна задача покращення ЕМС тягових підстанцій постійного струму з живильною та контактною мережами шляхом застосування АВН є актуальною та визначила напрям нашого дослідження.

Аналіз електромагнітної сумісності існуючих і перспективних перетворювачів тягових підстанцій постійного струму з живильною та контактною мережами показав, що діодні та тиристорні випрямлячі, побудовані на основі шестипульсної та дванадцятипульсної мостової схеми, не задовольняють сучасні вимоги ЕМС і являють собою потужні джерела вищих гармонік у живильну та контактну мережі. Виконано аналіз шляхів покращення ЕМС, серед яких розглянуто застосування пасивних фільтрів, багатопульсних випрямлячів, силових активних фільтрів та активних трифазних випрямлячів (рис. 1) з корекцією коефіцієнта потужності. Значною перевагою АВН є реалізація синусоїдальної форми вхідних струмів з коефіцієнта гармонічних спотворень (КГС) менше 5 % та коефіцієнта потужності (КП) більше 99 %, низький рівень пульсації вихідної напруги та можливість двонаправленої передачі потужності. У зв'язку з цим зроблено висновок, що найбільш перспективним методом покращення ЕМС перетворювачів тягових підстанцій є реалізація в них АВН. Розроблено та

досліджено дворівневий АВН із системою керування (далі СК), побудованою на основі гістерезисної модуляції (рис. 2). СК забезпечує високі показники

електромагнітної сумісності (коефіцієнт гармонічних спотворень менше 2% та коефіцієнт потужності більше 99%) та двонаправлену передачу енергії.

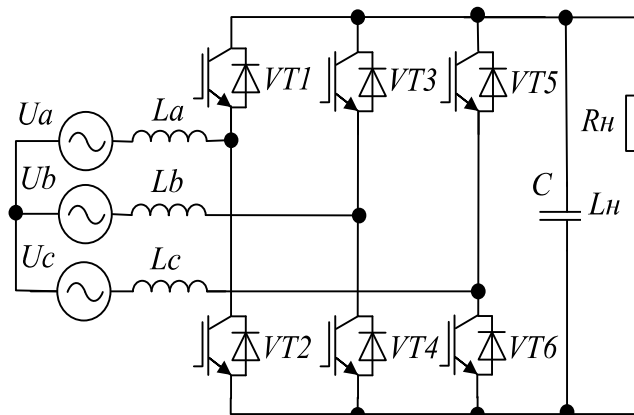


Рис. 1. Активний трифазний випрямляч

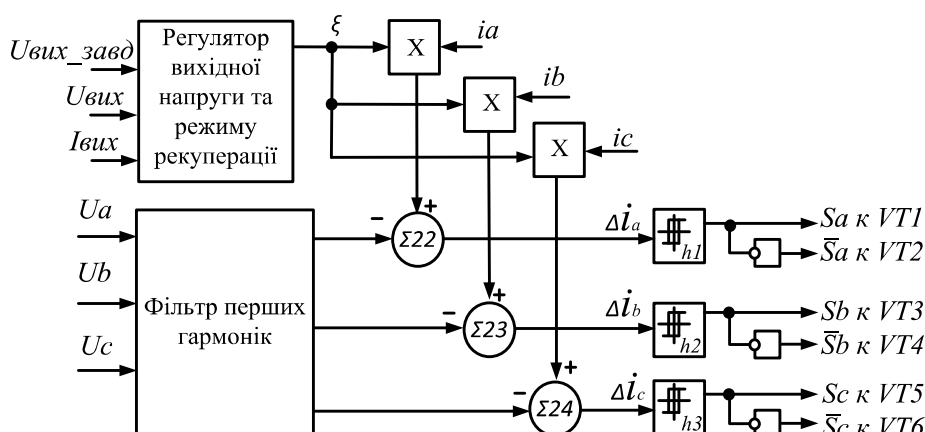


Рис. 2. Система керування АВН з гістерезисною модуляцією

На основі рівнянь енергетичного балансу АВН отримано аналітичні вирази, які описують регульовальну характеристику (рис. 3), яка визначає залежність вихідної

напруги $U_{вих}$ АВН від опору навантаження R_n , амплітуди живильної напруги U_{ex} та регульовального коефіцієнта ξ :

$$U_{вих}(U_{ex}; \xi; R_n) = \sqrt{3 \cdot U_{ex}^2 \cdot R_n \cdot \eta \cdot \xi}; \quad (1)$$

$$U_{вих}(U_{ex}; \xi; I_{вих}) = \frac{3 \cdot U_{ex}^2 \cdot \eta \cdot \xi}{I_{вих}}; \quad \xi = I_{ex}^* / U_{ex}, \quad (2)$$

де η – коефіцієнт корисної дії; I_{ex}^* – сигнал задавання фазного струму АВН; $I_{вих}$ – струм

навантаження АВН; ξ – регулювальний коефіцієнт АВН.

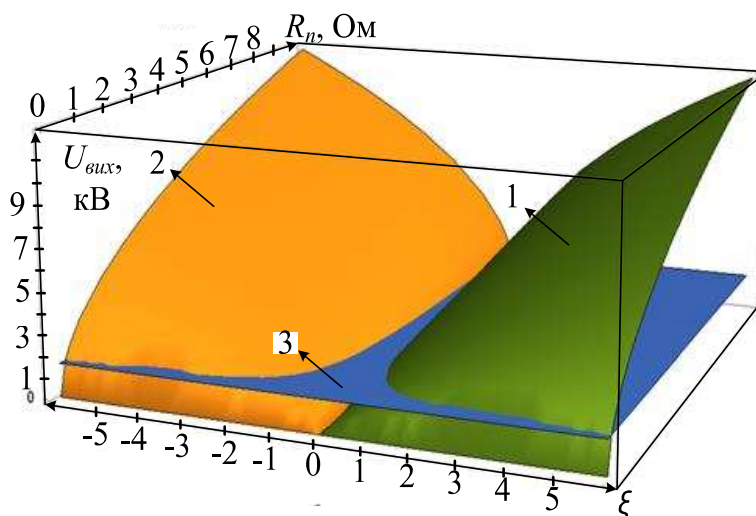


Рис. 3. Регулювальна характеристика АВН: 1 – у режимі випрямлення; 2 – у режимі рекуперації; 3 – обмеження в регулюванні вихідної напруги

Одержано аналітичні залежності, що описують регулювальні характеристики, тобто залежність вихідної напруги АВН від регулювального коефіцієнта ξ системи керування, опору навантаження та амплітуди живильної мережі, які дають змогу реалізувати процеси випрямлення та рекуперації в широкому діапазоні живильної напруги.

Список використаних джерел

1. Плахтий, А. А. Гистерезисная система управления активного трехфазного выпрямителя с коррекцией коэффициента мощности [Текст] / А. А. Плахтий // Зб.

наук. праць Національного університету кораблебудування. – Миколаїв: НУК, 2013. - №4 (449). – С. 82-88.

2. Плахтий, А. А. Обзор схем трехфазных активных выпрямителей с коррекцией коэффициента мощности для тяговых подстанций постоянного тока [Текст] / А. А. Плахтий // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 142. – С. 144-150.

3. Bjaresten, N.A. The Statik Converter as a High-Speed Power Amplifier [Text] / N.A. Bjaresten // Direct Current. – 1963. – Vol. 6. – P. 154-165.