

ТИРИСТОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ КОНДЕНСАТОРНИХ БАТАРЕЙ У ВІДДАЛЕНИХ ВУЗЛАХ НАВАНТАЖЕННЯ

Сівакова О. М., Федів Є. І.

Національний університет "Львівська політехніка"

Для покращення умов стійкої роботи віддалених вузлів навантаження запропоновано спосіб форсування потужності шунтових конденсаторних батарей.

Постановка проблеми. Однією з основних причин порушення стійкості роботи електричних двигунів у вузлах навантаження є дефіцит реактивної потужності в перехідних режимах роботи розподільних електромереж. Для покриття цього дефіциту потрібні джерела реактивної потужності з можливістю швидкодіючого плавного їх форсування в режимах тимчасового зниження чи провалу напруги живлення. Особливо актуальною є дана проблема для електричних мереж в режимах зі зниженим рівнем струмів коротких замикань, тобто для електрично віддалених споживачів, якими в значній мірі є споживачі електроенергії АПК.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Поставлену задачу можна розв'язати шляхом використання достатньо потужних синхронних машин, обладнаних автоматичними регуляторами збудження, проте їх застосування потребує значних інвестицій та експлуатаційних витрат. Найбільш розповсюдженими в розподільних електромережах є статичні джерела реактивної потужності, які встановлюють з метою підвищення ефективності роботи мереж. Відомий спосіб форсування шунтових конденсаторних батарей лише дискретним чином, в тому числі з комутацією секцій за допомогою тиристорних ключів, але за умови наявності відповідного запасу за встановленою потужністю. СТК є джерелами реактивної потужності, побудованими на принципі непрямого регулювання конденсаторних батарей без можливості форсування. Плавність та швидкодіючість регулювання в них досягається шляхом тиристорного регулювання шунтових реакторів в складі СТК [1].

Грунтуючись на сучасних досягненнях в розвитку елементної бази силової електроніки авторами запропоновано спосіб прямого плавного регулювання ШКБ за допомогою закриваючих тиристорів для нормальних експлуатаційних режимів роботи електромереж [2,3].

Мета статті. Дослідити можливість форсування потужності тиристорно регульованих ШКБ для забезпечення стійкості роботи вузлів навантаження під час електромеханічних перехідних процесів.

Основні матеріали дослідження. На рис. 1 наведено принципову схему, яка реалізує принцип прямого тиристорного регулювання конденсаторної батареї за допомогою зустрічно-паралельно увімкнених закриваючих тиристорів VS, які закриваються керуючим імпульсом в моменти часу α_3 , а відкриваються без затримки додатною анодною напругою в моменти часу $\alpha_{об}$ (рис. 2).

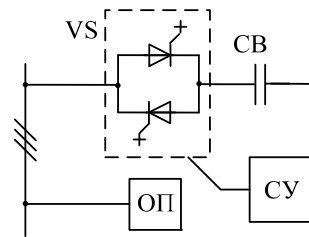


Рисунок 1 – Принципова схема тиристорно регульованої конденсаторної батареї (ТРКБ): ОП – обмежувач перенапруг, СУ – система фазового управління

Принцип регулювання реактивної потужності, яку генерує ТРКБ в нормальних експлуатаційних режимах, полягає в тому, що тиристор, який вступає в роботу за природних моментів часу, а закривається доточно, еквівалентний включенню послідовно додаткової ємності, що збільшує за основною гармонікою еквівалентний ємнісний опір фази. Причому, зі змінною значення кута α_3 кут випередження першої гармоніки струму батареї відносно напруги живлення залишається практично незмінним і рівним $\pi/2$.

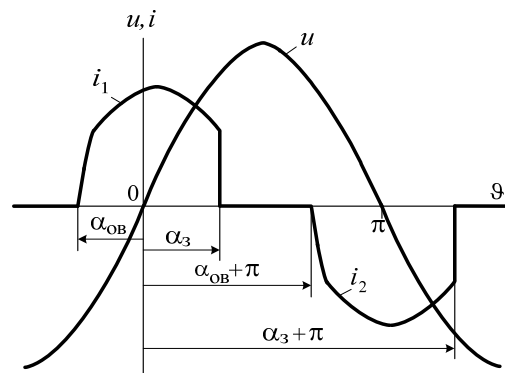


Рисунок 2 – Часові діаграми струмів та напруг для однієї фази ТРКБ в нормальному експлуатаційному режимі електромережі

В режимах з заниженими рівнями чи провалами напруги під час електромеханічних перехідних процесів можна перевести ТРКБ в режим форсування генерованої реактивної потужності за рахунок зміни режимів провідності тиристорів. Для цього системою управління тиристори переводять в режим відкривання керуючими імпульсами за кутів $\alpha_в$, які запізнюються відносно природних моментів часу вступу їх в

роботу ($\alpha_{об} = -\pi/2$), а закриваються під час проходження струму через нульове значення (рис. 3).

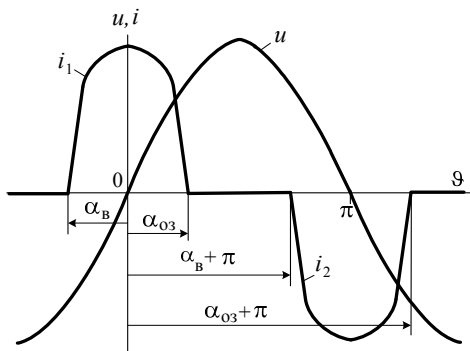


Рисунок 3 – Часові діаграми струмів та напруг для однієї фази ТРКБ в режимі форсування реактивної потужності

Такий спосіб керування тиристорами еквівалентний включенню послідовно з ємністю КБ індуктивності, що зменшує опір фази на промисловій частоті.

Відповідно до заступної схеми для однієї фази ТРКБ (рис. 4) здійснено моделювання процесів в середовищі Simulink програмного пакета Matlab.

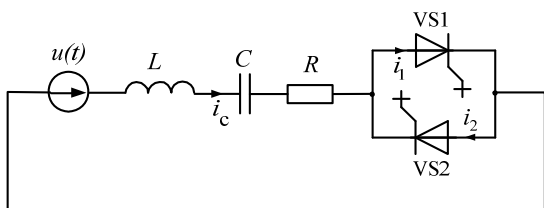


Рисунок 4 – Заступна схема однієї фази ТРКБ

На рис. 5 наведено отриману регульовальну характеристику ТРКБ в режимі форсування реактивної потужності для батареї ємністю 160 мкФ та індуктивності електромережі 10 мГн.

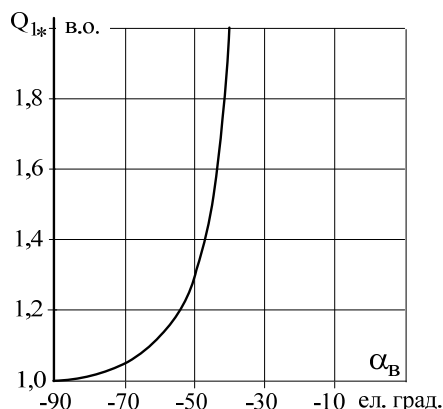


Рисунок 5 – Залежність реактивної потужності ТРКБ в режимі форсування від кута відкриття вентилів

За базову прийнята реактивна потужність конденсаторної батареї в нерегульованому режимі (без впли-

ву тиристорного блоку) $Q_б = U^2 \omega C$, що відповідає режиму повної провідності тиристорів $\alpha_в = -90$ ел. град., $\alpha_3 = 90$ ел. град.

Для ТРКБ без можливості форсування реактивної потужності придатні одноопераційні тиристори, але керовані на закривання. Функція керування моментами закривання тиристорів, реалізована в двоопераційних тиристорах, надає можливість форсування КБ, що підвищує надійність електропостачання споживачів у віддалених вузлах навантаження.

Висновки. Пряме тиристорного регулювання шунтової конденсаторної батареї дозволяє перевести її в режим форсування реактивної потужності засобами фазового управління блоком двоопераційних тиристорів.

Практична реалізація ТРКБ стає реальною з появою на ринку силових закриваючих тиристорів з малими втратами на керування (тиристори серії IGCT) та потужних обмежувальних TVS-діодів (супресорів) для захисту обладнання від комутаційних перенапруг.

Список використаних джерел.

1. Кочкин В. И., Нечаев О. П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2000. – 248 с.
2. Сивакова О. М., Федів Є. І. Спосіб прямого тиристорного регулювання шунтової конденсаторної батареї // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник Національного університету "Львівська політехніка", 2010. – № 671. – С. 87–91.
3. Сивакова О. М., Федів Є. І. Особливості фазового тиристорного регулювання статичних джерел реактивної потужності // Технічні вісті. – 2010, – № 1(31), 2(32). – С. 48–50.

Аннотация

ТИРИСТОРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНДЕНСАТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ОТДАЛЕННЫХ УЗЛАХ НАГРУЗКИ

Сивакова О. М., Федив Е. И.

Для улучшения условий устойчивой работы отдаленных узлов нагрузки предложен способ форсирования мощности шунтовых конденсаторных батарей.

Abstract

THYRISTOR CONTROLLED CAPACITOR BANKS IN REMOTE LOAD CENTRES

O. Sivakova, E. Fediv

The method of power augmentation of shunt capacitor banks has been offered in order to improve the terms of steady operation for the remote load centers.