

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЕЛЕКТРОВОЗА ЗМІННОГО СТРУМУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано алгоритм управління транзисторним випрямно-інверторним перетворювачем системи електропривода електровоза змінного струму після проведення заміни існуючих тиристорів на сучасні силові IGBT-транзистори і застосування нового алгоритму його управління, що дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт потужності тягових електроприводів електровоза і досягнути зниження гармонік напруги в контактній мережі.

Ключові слова: електровоз, електропривод змінного струму, система керування, алгоритм, коефіцієнт потужності.

Abstract

The algorithm of the control of transistor rectifier-inverter converter of electric locomotive system of alternating current is offered due to the replacement of the existing thyristors on modern power IGBT-transistors and application of the new algorithm of its control, which can significantly increase the power coefficient of traction electric drives of electric locomotive and achieve a decrease in the harmonic voltage in the contact network.

Keywords: electrical drive, AC power, control system, algorithm, power factor.

Вступ

Більшість вантажно-пасажирських електровозів оснащені системою рекуперативного гальмування, за допомогою якої з'являється можливість збільшення пропускної і провідної здатності залізниць, підвищення безпеки руху поїздів і повернення електроенергії в контактну мережу. У той же час існує ряд серйозних причин, що стримують широке застосування рекуперативного гальмування. До таких причин належить те, що застосування випрямно-інверторних перетворювачів (ВІП) електровоза в режимі інвертора викликає значні спотворення синусоїдальної форми напруги контактної мережі на струмоприймачі електровоза, а також те, що робота інвертора супроводжується низьким коефіцієнтом потужності електровоза через завищеною заради надійності величини кута запасу інвертора [1-2].

Низькі коефіцієнти потужності тягових електроприводів електровозів змінного струму в номінальних режимах тяги і рекуперативного гальмування, а також досить великі спотворення синусоїдальної форми кривої напруги контактної мережі при їх роботі тягнуть значні витрати електроенергії на тягу поїздів [3].

Результати дослідження

Розроблений на базі IGBT-транзисторів ВІП електровоза може вже сьогодні замінити ВІП на тиристорах. Транзисторні ВІП відрізняються важливими особливостями при експлуатації електровозів. Перш за все, ці пристрої створюють значні можливості для зниження енерговитрат на тягу поїздів, головним чином завдяки розробці нових алгоритмів управління такого ВІП електровоза [2]. Застосування IGBT-транзисторів дозволяє вирішити десятиліттями існуючу проблему – забезпечення силових схем електровозів змінного струму напівпровідниковими приладами з повною керованістю.

З метою мінімізації змін в колах керування та силовій схемі електровоза пропонується використовувати ті ж чотири зони регулювання випрямленої напруги як в режимі тяги, так і в режимі рекуперативного гальмування.

ВІП пропонується виготовляти для кожного тягового двигуна індивідуально, тобто в одному

конструктиві два індивідуальних перетворювача, де кожен з них живить один тяговий двигун електровоза. Такий підхід дозволить в подальшому забезпечити повільне регулювання сил тяги та гальмування [4].

Кожне плече ВПП складається з двох паралельних гілок, кожна з яких містить IGBT-транзистор, включений послідовно з силовим діодом [4-5]. Наприклад, плече 1 ВПП складається з двох транзисторів VT1.1 та VT1.2 і двох діодів VD1.1 і VD1.2. Паралельно до кожного транзистору VT включається зворотний діод VD і снабберне RC-коло. Паралельно колу випрямленого струму включене діодне разрядне плече VD9 послідовно з IGBT-транзистором VT9 (див. рис. 1).

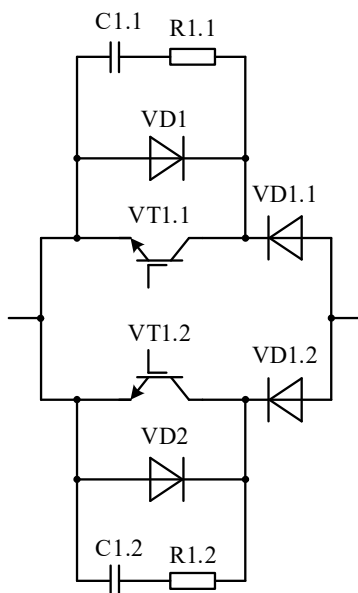


Рис. 1. Схема електрична принципова плеча ВПП

Суть запропонованого способу керування такого перетворювача полягає в тому, що при використанні IGBT-транзисторів є можливість керування включенням і виключенням плечей ВПП в будь-який момент часу напівперіода напруги. Для найбільш ефективного споживання електроенергії протягом всього процесу роботи електровоза необхідно забезпечувати приріст випрямленої напруги ВПП в максимальних значеннях напруги мережі, тим самим поєднувати миттєві значення струму в первинній обмотці тягового трансформатора та напруги мережі. Це значно збільшить коефіцієнт потужності і, отже, знизить витрати електроенергії електроприводів електровоза на тягу поїздів.

Таким чином, організація роботи транзисторних плечей ВПП в кожен напівперіод напруги реалізується не до 180 ел. град., а до 150 ел. град., після чого транзистори закриваються. Решта 30 ел. град в напівперіоді напруги працює тільки діодне разрядне плече, розряджаючи накопичену енергію в колі випрямленого струму на саме ж навантаження. Також його робота зменшує струмове навантаження транзисторів плечей ВПП приблизно на 18%, що позначається на збільшенні ресурсу їх роботи.

Висновки

Розроблена силова принципова електрична схема ВПП на IGBT-транзисторах для застосування в тяговому електроприводі електровоза змінного струму з мінімальними змінами його типової силової схеми. Застосування повністю керованих транзисторів в ВПП дозволило розробити нові алгоритми його управління в режимах тяги і рекуперативного гальмування, які значно компенсують індуктивний характер навантаження електровоза і, відповідно, підвищують його коефіцієнт потужності. Розроблений алгоритм управління транзисторним ВПП для режиму рекуперативного гальмування виключає можливість утворення перекидання інвертора за рахунок надійного закриття попередньо працюючих плечей ВПП (зняттям сигналів управління) в 150 ел. град., що дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт потужності тягових електроприводів електровоза і досягнути зниження гармонік напруги в контактній мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Слепцов М.А., Прокопович А.В., Савіна Т.І., Тулупов В.Д. Основи тяги електротранспорту. – Москва: вид-во Академія 2006. –464 с.
2. Шутце Т. Технологии 3,3 кВ IGBT модулей: в каком направлении развиваться и чего достичь? // Т. Шутце, Дж. Бирман, М. Пфафенленер. Электротехника. – 2008. – №6. – С. 3–8.
3. Голуб А.П., Кузнецов Б.І., Опришко І.О., Соляник В.П.. Системи керування електроприводами: Навчальний посібник. - К.: НМК ВО, 1992.352 с.
4. Розенфельд, В.Е. Теория электрической тяги [Текст] / В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров - М. : Транспорт, 1983. - 328 с.
5. Слепцов М.А. Основы электрического транспорта / Слепцов М.А., Долаберидзе Т.П., Прокопович А.В., Савина Т.И. [и др.]; учеб. для студ. высш. учеб. заведений /под общ. ред. М.А. Слепцова. - М. : Изд. центр «Академия», 2006. - 464 с.

Олександр Анатолійович Паянок — к.т.н., доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: оарayanok@gmail.com.

Владислав Генадійович Галушко — ст. гр. ЕТЗ-18м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Науковий керівник: **Олександр Анатолійович Паянок** — к.т.н., доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Payanok Oleksandr A — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of electromechanical systems automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: оарayanok@gmail.com.

Galushko Vladislav G — student of the group ETZ-18m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Supervisor: **Payanok Oleksandr A** — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of electromechanical systems automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.