

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

**КОРПОРАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ
УКРАЇНИ «УКРЕЛЕКТРОТРАНС»**

**ДЕПАРТАМЕНТ ІНФРАСТРУКТУРИ ХАРКІВСЬКОЇ
МІСЬКОЇ РАДИ**

**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ПОЛІТЕХНОСЕРВІС»**

КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

МАТЕРІАЛИ

всеукраїнської науково-практичної конференції

**«СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»**

(23-25 листопада 2022 року, м. Харків)

Кафедра електричного транспорту

ХАРКІВ – 2022

УДК 629.43+629.3:621.331](06)

C76

Редакційна колегія:

Кульбашна Надія Іванівна, к-т техн. наук, старший викладач кафедри електричного транспорту ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,

Коваленко Андрій Віталійович, к-т техн. наук, доцент кафедри електричного транспорту ХНУМГ ім. О. М. Бекетова.

C76 Стан та перспективи розвитку електричного транспорту : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 23–25 листоп. 2022 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова [та ін. ; редкол.: Н. І. Кульбашна, А. В. Коваленко]. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 178 с.

УДК 629.43+629.3:621.331](06)

Розглядаються проблеми, перспективи, кадрове та нормативне-правове забезпечення електротранспорту і розробка пропозицій з впровадження нових видів транспорту, інформаційних технологій, вдосконалення конструкції і експлуатації транспортних засобів та оновлення інфраструктури транспорту.

© Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова, 2022

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КАСКАДНОГО БАГАТОРІВНЕВОГО ІНВЕРТОРА

НЕРУБАЦЬКИЙ В. П., к. т. н., доцент,

ЗІНЧЕНКО О. Є., к. т. н., доцент,

ГОРДІЄНКО Д. А., аспірант,

Український державний університет залізничного транспорту, Харків

NVP@i.ua, D.Hordiienko@i.ua

У багатьох галузях промисловості використовуються високовольтні каскадні багаторівневі інвертори (КБІ) [1, 2]. Вони використовуються у високовольтних синхронних і асинхронних електроприводах, а також у вітровій та сонячній енергетиці. Основними перевагами багаторівневих інверторів є:

- забезпечення більшої вихідної потужності перетворювача;
- покращення синусоїдальності вихідної напруги та вихідного струму;
- можливість застосування високовольтних напівпровідникових силових ключів менших класів, що веде до зменшення вартості каскадного перетворювача;
- можливість реалізації меншої частоти комутації силових ключів у перетворювачі, що веде до підвищення коефіцієнта корисної дії.

Схему КБІ з дворівневими комірками наведено на рисунку 1.

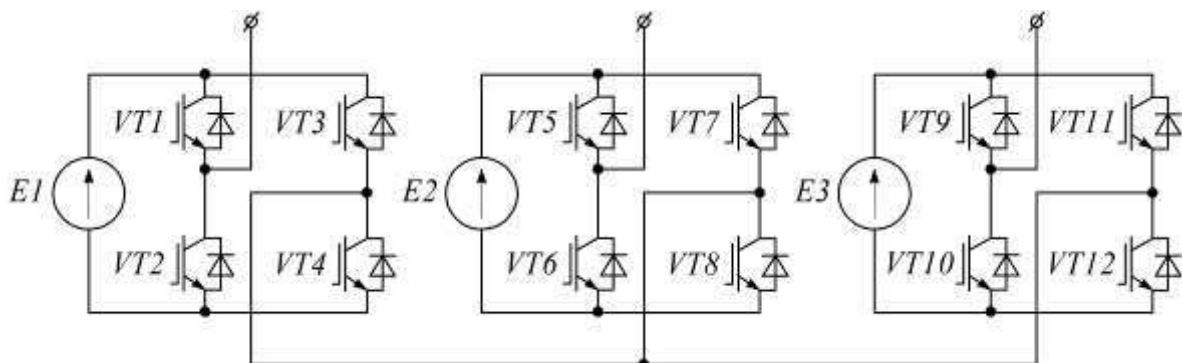


Рисунок 1 – Схема КБІ з дворівневими комірками

Каскадний перетворювач складається з трьох симетричних фаз. У загальному випадку, кожна фаза складається з послідовно включених модулів. У кожній фазі знаходиться тільки один модуль. Кожен модуль (комірка) містить незалежне джерело живлення постійної напруги, чотири напівпровідникових силових ключів (IGBT або MOSFET) зі зворотними діодами. Таким чином, структура КБІ з окремими джерелами постійної напруги добре підходить для різних відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, паливні елементи та інші альтернативні джерела енергії.

Для забезпечення більш високої якості вихідної напруги актуальним завданням є вибір оптимальної топології комірок та алгоритму модуляції, що задовольняє вимогам до якості електроенергії та зниження втрат в силових ключах [3].

При використанні схеми КБІ з фазозсунутим трансформатором перевагою є можливість рівномірного навантаження модулів інвертора, що дає змогу використовувати принцип модульності, а також зменшити пульсації вихідної напруги. До недоліків топології варто віднести високу вартість фазозсунутого трансформатора та побудову комірki за принципом мостової схеми. А схемне рішення для комірki КБІ, побудованої на дворівневих однофазних мостах, є недостатнім для отримання більш високих вихідних показників якості електроенергії.

Перспективним є застосування комірki, яку побудовано за принципом однофазного трирівневого інвертора з фіксованими діодами (рис. 2). Кожна трирівнева комірka складається з незалежного джерела живлення постійного струму, двох вхідних конденсаторів, восьми напівпровідникових силових ключів (IGBT або MOSFET) та чотирьох діодів.

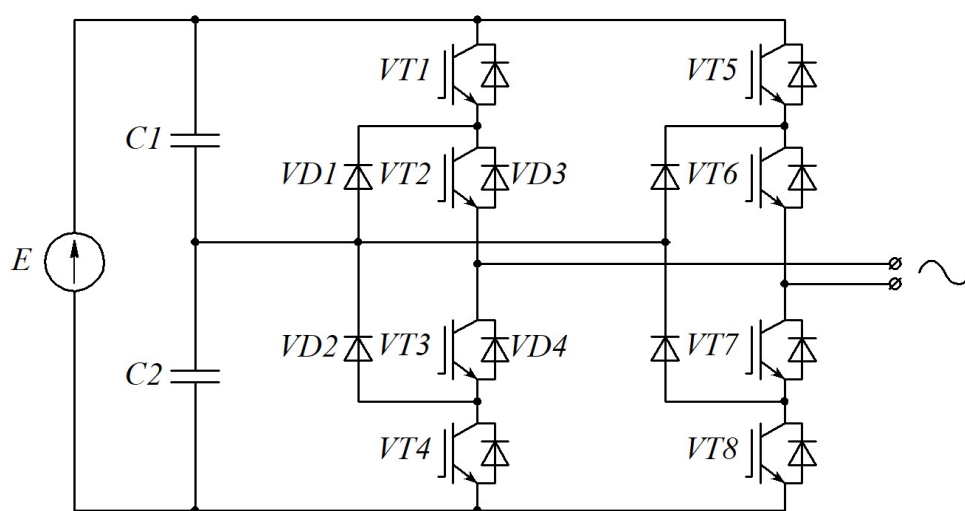


Рисунок 2 – Схема трирівневої комірki КБІ

У середовищі імітаційного моделювання Matlab / Simulink було розроблено моделі трифазного каскадного автономного інвертора напруги з використанням дворівневих і трирівневих комірок для різних алгоритмів модуляції. В КБІ з трирівневими комірками при використанні алгоритму рівнефазо-зсунутої ШІМ значення THD вихідної напруги однієї комірki складає 26,82 %, що значно менше, ніж з дворівневими комірками – 51,74 %.

Застосування трирівневих комірок при тій самій кількості джерел живлення дає можливість підвищити кількість ступенів вихідної напруги, а отже підвищити загальну синусоїдальність вихідної напруги та знизити вміст вищих гармонік. При цьому реалізовані параметри якості вихідної напруги досить сильно залежать від застосованого алгоритму модуляції.

Література

1. Плахтій О. А., Нерубацький В. П., Гордієнко Д. А., Цибульник В. Р. Аналіз енергоефективності трирівневих автономних інверторів напруги в режимі перемодуляції. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2019. № 4. С. 3–12. DOI: 10.18664/ikszt.v0i4.177089.

2. Siddique M. D., Mekhilef S., Shah N. M., Memon M. A. Optimal Design of a New Cascaded Multilevel Inverter Topology With Reduced Switch Count. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 24498–24510. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2890872.

3. Нерубацький В. П., Плахтій О. А., Кавун В. Є., Машура А. В., Гордієнко Д. А., Цибульник В. Р. Аналіз показників енергоефективності автономних інверторів напруги з різними типами модуляції. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2018. Вип. 180. С. 106–120.

КОНЦЕПЦІЯ БОРТОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ХРОНОМЕТРАЖНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА МАРШРУТАХ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

КУЛЬБАШНА Н. І., к. т. н., ст. викладач,
*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*
kulbakanadia810@gmail.com

Визначення часу оборотного рейсу є однією з найважливіших завдань служби руху. Ця техніко-економічна характеристика маршруту необхідна для розробки і складання маршрутних розкладів, на підставі яких планують діяльність трамвайно-тролейбусні підприємства. Правильно встановлена тривалість оборотного рейсу регламентує швидкість рухомих одиниць на лінії, яка забезпечує регулярність і безпеку руху міського електротранспорту.

Підвищення швидкості і скорочення часу оборотного рейсу зменшує кількість використовуваного рухомого складу, що скорочує витрати на обслуговування, ремонт, заробітну плату водіям, електроспоживання тощо. З іншого боку, у разі зменшення часу оборотного рейсу і підвищення швидкості обертання рухомого складу, підприємство може не змінювати його кількості на лінії, що сприятиме скороченню маршрутного інтервалу і можливості перевозити більшу кількість пасажирів у разі наявності попиту і, тим самим, збільшувати дохід.

Для якісного обслуговування пасажирів і задоволення потреб перевізного процесу час оборотного рейсу корегують на підставі даних натурних хронометражних вимірювань.

Головним завданням хронометражу є визначення складників оборотного рейсу (часу безпосереднього руху та стоянок на зупиночних пунктах, кінцевих станціях, затримок із причин вуличного руху та на перехрестях і світлофорних об'єктах) із «прив'язуванням» цих складників до певних точок маршрутів. Усі отриманні дані за результатами хронометражу підлягають аналізу, який дає змогу вишукувати резерви скорочення їхньої тривалості з урахуванням умов руху.

Хронометражні вимірювання на маршрутах під час натурних обстежень вимагають залучення певної кількості обліковців, що має певні труднощі і, до того ж, отриманні дані вимірювання характерні тільки для періоду обстеження, що не надає повної інформації тривалості рейсу у разі змінювання умов руху на маршруті.

| | |
|--|-----|
| ВОЙТКІВ С. В., ВОЙТКІВ З. В. Практичні аспекти проектування та виготовлення дослідного зразка електромобіля малої вантажопідйомності моделі EN31 "Карпати"..... | 87 |
| СІНЧУК О. М., СЬОМОЧКИН А. Б., ФЕДОТОВ В. О. Дослідження впливу вентиляльно-індукторного реактивного двигуна двоосного рудникового електровозу на показники якості мережі електроживлення..... | 91 |
| БОНДАР О. І. Перспективи застосування методів теоретичної електротехніки до визначення ефективності проектних рішень у сфері реконструкції систем освітлення залізничних ліній..... | 94 |
| АЛЕКСЕЙЧУК Д. І, ГНАТОВ А. В. Аналіз розробок екологічно чистих джерел електроенергії..... | 96 |
| ТИМОШЕВСЬКИЙ Д. С., АРГУН Щ. В., ГНАТОВ А. В. Дослідження комбінованої енергетичної установки на базі пневмодвигуна з індукційним підігрівом повітря..... | 98 |
| ЮРЧИШИН А. В., ГНАТОВ А. В. Аналіз сонячних панелей на фотоелектричних модулях..... | 101 |
| ВАСЕНКО В. О. Декомпозиція та синтез при розрахунку електротягових мереж міського електротранспорту..... | 104 |
| ЛЯШЕНКО В. І., БУРИЛОВ С. В., КОМАРОВ С. В. Математичне моделювання нестационарного теплового режиму контактів вакуумних комутаційних апаратів..... | 107 |
| ЛЯШЕНКО В. І., ВОРОШИЛОВ О. С., КОМАРОВ С. В. Експлуатаційне дослідження перехідного опору контактів вакуумних вимикачів..... | 110 |
| ДОМАНСЬКИЙ І. В., ДОМАНСЬКА Г. А., ЗАКУРДАЙ С. О. Сучасне електротехнічне обладнання систем електропостачання міського електротранспорту..... | 113 |
| ПЛАКСІН С. В., МУХА А. М., УСТИМЕНКО Д. В. Електромеханотронна тягово-левітаційна система магнітоплану з фотоелектричним джерелом живлення..... | 116 |
| НЕРУБАЦЬКИЙ В. П., ГОРДІЄНКО Д. А., ХАРІН Р. О. Застосування комбінованої роботи силового активного фільтра в системі тягового електропостачання..... | 118 |
| НЕСТЕР А. А., Підготовка фахівців підприємств електротранспорту..... | 120 |
| ОКРУТНИЙ А. Б., БОГОНОС О. С., ШАВКУН В. М. Аналіз стану енергоефективності електротягових мереж міського електротранспорту..... | 123 |
| НЕРУБАЦЬКИЙ В. П., ЗІНЧЕНКО О. Є., ГОРДІЄНКО Д. А. Комплексне дослідження роботи каскадного багаторівневого інвертора..... | 125 |
| КУЛЬБАШНА Н. І. Концепція бортового пристрою для хронометражних вимірювань на маршрутах міського електротранспорту..... | 127 |
| МАРЕНИЧ О. Л., БАЛІЙЧУК О. Ю., КАРЗОВА О. О. Покращення надійності та діагностики електричних схем рухомого складу залізниць..... | 129 |
| ЩЕРБАК Я. В., ІВАКІНА К. Я. Покращення ефективності тягової підстанції міського електротранспорту..... | 131 |
| КОСТИРЯ М. В., КОРПАЧ С. В. Роль електрохімічних процесів і технологій у підвищенні енергоефективності електротранспортних засобів..... | 134 |