

**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

## **ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОЇ РОБОТИ СИЛОВОГО АКТИВНОГО ФІЛЬТРА В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

НЕРУБАЦЬКИЙ В. П., к. т. н., доцент,

ГОРДІЄНКО Д. А., аспірант,

ХАРІН Р. О., аспірант,

*Український державний університет залізничного транспорту, Харків*

*NVP@i.ua, D.Hordienko@i.ua*

Системи тягового електропостачання постійного струму на залізницях України характеризуються цілим рядом недоліків, серед яких: низький коефіцієнт потужності, значний рівень емісії вищих гармонік струму до мережі живлення, відсутність можливості стабілізації напруги, а також відсутність рекуперації енергії від тягової мережі до загальнопромислової мережі. Кожен з наведених факторів призводить до значних економічних витрат.

Так, вищі гармоніки струму викликають додаткові втрати в активному опорі провідників. Низький коефіцієнт потужності (оцінювальне значення від 0,75 до 0,8) призводить до додаткових витрат на реактивну потужність. А відсутність можливості регулювання та стабілізації рівня напруги в контактній мережі призводить до просядок напруги. За такої умови споживач (електровоз) при зниженні напруги живлення для забезпечення заданої швидкості споживає більший струм, що призводить до збільшення додаткових втрат потужності в контактній мережі [1].

Для стабілізації напруги в контактній мережі системи тягового електропостачання постійного струму застосовують тиристорні вольтододаткові пристрої (ВДП) [2]. Такі пристрої підключаються послідовно з навантаженням та забезпечують додаткову напругу, що додається до напруги основного джерела живлення, в разі її просядки, або віднімається від неї при її підвищенні в процесі рекуперації. До недоліків такого технічного рішення варто віднести відсутність можливості рекуперації енергії тяговою підстанцією, а також не досить високе значення коефіцієнта потужності.

Підвищити значення коефіцієнта потужності тягової підстанції можливо доданням трифазного силового активного фільтра (САФ) на стороні змінного струму. Перевагою такого технічного рішення є майже повне усунення реактивної потужності та вищих гармонік струмів у спожитій енергії. Проте недоліком такого рішення є відсутність стабілізації напруги в контактній мережі та неможливість рекуперації енергії.

Досить перспективним технічним рішенням є заміна діодних та тиристорних випрямлячів активними випрямлячами напруги (АВН) з корекцією коефіцієнта потужності [3]. Перевагою такого технічного рішення є забезпечення найбільш повного функціонала, а саме: забезпечення коефіцієнта потужності, близького до одиниці, низький рівень емісії вищих гармонік струму до мережі живлення, можливість регулювання та стабілізації напруги в контактній мережі. Проте недоліком такого технічного рішення є більша

вартість (порівняно з іншими технічними рішеннями) та необхідність забезпечення досить високої частоти комутації силових ключів (від одного до декількох кілогерц), що зумовлює відносно низьке значення коефіцієнта корисної дії (ККД), оцінювальне значення якого складає 0,95.

Кожне з наведених технічних рішень має свої недоліки та не може вважатись повним рішенням наявної технічної проблеми. Перспективною є реалізація комбінованої роботи трифазного діодного випрямляча та САФ.

Для покращення якості електричної енергії та зниження втрат від просадок напруги системи електропостачання, побудованої на шестипульсному діодному випрямлячі, доцільним буде застосування комбінованої роботи САФ, який додатково працює в режимі ВДП (рис. 1).

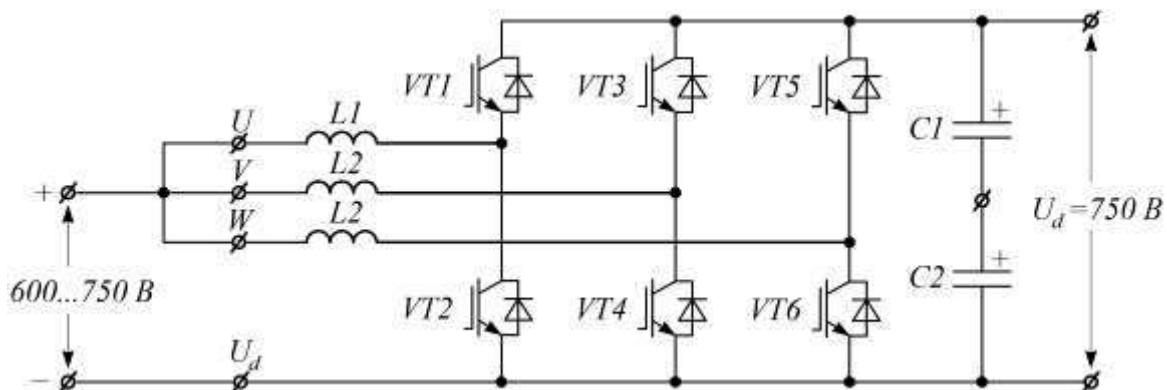


Рисунок 1 – Схема комбінованої роботи САФ

Таке технічне рішення поєднує переваги ВДП та САФ. Оскільки шестипульсний діодний випрямляч має високий ККД ( $\approx 99\%$ ), але низький коефіцієнт потужності ( $\approx 76\%$ ), а АВН навпаки низький ККД ( $\approx 96\%$ ), але високий коефіцієнт потужності ( $\approx 99\%$ ), то таке поєднання в системі електропостачання дасть змогу значно підвищити ККД та коефіцієнт потужності системи електропостачання. АВН підвищує напругу, тим самим дає змогу реалізувати двонаправлену передачу потужності без зміни полярності вихідної напруги, що є суттєвою перевагою для перетворювача.

Для підтвердження ефективності запропонованого рішення у середовищі Matlab було розроблено імітаційну модель тягової підстанції, побудовану на діодному мості з підключенням як ВДП активного випрямляча напруги. У процесі моделювання було досліджено динамічний режим і параметри електромагнітної сумісності: коефіцієнт потужності; THD фазного струму. Вимірний коефіцієнт потужності з підключенням ВДП досягає величини 99,88 %, а без ВДП – 76,41 %.

Застосування ВДП економічно та технічно вигідно, оскільки знижуються втрати від просадки напруги, покращується якість електричної енергії та збільшується ККД системи електропостачання.

#### Література

1. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Mykhalkiv S., Ravlyuk V. A method for calculating the parameters of the sine filter of the frequency converter, taking into account the

criterion of starting current limitation and pulse-width modulation frequency. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1, No. 8 (109). P. 6–16. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225327.

2. Sosnina E., Asabin A., Kralin A., Kryukov E. Voltage Control with Thyristor-Regulated Booster Transformer. *2018 International Conference on Smart Grid (icSmartGrid)*. 2018. P. 202–207. DOI: 10.1109/ISGWCP.2018.8634477.

3. Plakhtii O. A., Nerubatskyi V. P., Kavun V. Ye., Hordiienko D. A. Active single-phase four-quadrant rectifier with improved hysteresis modulation algorithm. *Scientific bulletin of National mining university*. 2019. No. 5 (173). P. 93–98. DOI: 10.29202/nvngu/2019-5/16.

## **ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ПІДПРИЄМСТВ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

НЕСТЕР А.А., д. т. н., доцент

*Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*

nesteranatol111@gmail.com

Господарство сучасного багатофункціонального міста являє собою складну кібернетичну систему, головною метою якої є створення умов для ефективної життєдіяльності людини. Складовими формування життєдіяльності мешканців міста є забезпечення їх життєво необхідних потреб: з водопостачання, опалення, водовідведення, санітарної очистки і благоустрою міст, утримання і експлуатації комунального житлового фонду, експлуатації і ремонту шляхів і шляхових інженерних споруд, утримання і благоустрою парків, скверів, а також зон масового відпочинку, надання готельних послуг, послуг технічної інвентаризації, міського транспорту, послуг з охорони здоров'я, освіти, громадського харчування та багато інших [1].

Глобалізація економіки, лібералізація економічних зв'язків, використання новітніх технологій у виробництві, комунікаціях, обміні інформації та ін. породжують тенденцію до посилення однорідності економічних і суспільних систем, що сприяє співробітництву фахівців різних країн. Це зумовлює необхідність підготовки вищими навчальними закладами України фахівців міжнародного рівня, конкурентноздатних на ринку праці. Вітчизняні випускники повинні: досконало володіти сучасними надбаннями економічної науки і практики; мати високий рівень свідомості й відповідальності перед своїм майбутнім, здатність протистояти негараздам часу; самостійно, у межах компетенції, приймати рішення; швидко орієнтуватися і адаптуватися до змін, що відбуваються; миттєво діяти відносно ситуації, що склалася; виправдано ризикувати; вміти взаємодіяти з партнерами; володіти комп'ютерними технологіями.

Професійна освіта України використовує в організації навчального процесу електронно-обчислювальну техніку, глобальну (Internet) і локальні (Intranet) мережі; інтерактивне телебачення (із зворотним зв'язком між студентом і викладачем та можливістю втручання викладача у процес навчання); ефект віртуальної реальності і засоби мультимедіа та ін. Завдяки

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 вентиляно-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