

# СХЕМА РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ТРОЛЕЙБУСА ІЗ НАКОПИЧУВАЧЕМ ЕНЕРГІЇ НА БОРТУ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Запропонована принципова силова електрична схема рекуперативного гальмування троллейбуса із накопичувачем енергії, виконаним на базі конденсаторів подвійного електричного прошарку, яка дозволяє реалізувати режим тяги троллейбуса спільно із режимом рекуперативного (регенеративного) гальмування в якості основного робочого виду електричного гальмування.*

**Ключові слова:** електричний транспорт, накопичувач енергії, система електропостачання, рекуперація, регенерація, електрична схема.

## **Abstract**

*Fundamental power circuitry of regenerative braking with energy storage trolley are proposed, which made on the basis of capacitors electrical double layer, which allows the trolley traction mode in conjunction with a regenerative braking mode as a main desktop type electric braking.*

**Keywords:** electric transport, energy storage, power supply system, recovery, regeneration, electric circuit.

## **Вступ**

Міський електричний транспорт – складова частина єдиної транспортної системи, призначена для перевезення громадян трамваями, троллейбусами, поїздами метрополітену на маршрутах (лініях) відповідно до вимог життєзабезпечення населених пунктів [1].

Актуальним питанням світової енергетики є зниження електроспоживання всіх електроприймачів. Досить вагомим споживачем електричної енергії є міський електричний транспорт [1]. Щороку в салони, наприклад, вінницького транспорту загального користування заходить понад 170 млн. пасажирів. 70% з них перевозить пасажирський електротранспорт.

Питання, пов'язане зі зниженням енерговитрат шляхом створення високотехнологічних зразків транспортних засобів, є актуальним для міського електричного транспорту в цілому, де енергетична складова в даний час досягає 30 ... 50 % від загальних витрат комунальних підприємств.

Мета роботи полягає у розробці схеми рекуперативного гальмування троллейбуса в системі тягового електропостачання міста, основні рішення якої спрямовані на підвищення ефективності використання енергії електричних гальмувань електротехнічного комплексу «система електропостачання – електротранспорт міста» із врахуванням впливу випадкових факторів.

## **Результати дослідження**

Існує багато схемних рішень по спільній роботі різного виду накопичувачів з електричним двигуном [2]. В результаті проведеного аналізу було встановлено, що найбільш перспективними накопичувальними елементами, які задовольняють основним вимогам акумулювання енергії електричних гальмувань в електротранспортній системі в даний час є накопичувачі на базі конденсаторів подвійного електричного прошарку (іоністори). Вони є найбільш ефективним типом накопичувачів, які здатні в повному обсязі акумулювати енергію електричних гальмувань.

Крім того, визначено, що найбільш ефективно енергія електричного гальмування використовується при встановленні накопичувального пристрою безпосередньо на троллейбусі, що дозволить підвищити динамічні та енергетичні показники транспортного засобу в цілому [3, 4].

В результаті аналізу та поєднання раніше отриманих результатів дослідження, була запропонована принципова силова електрична схема регенеративно-накопичувального гальмування (РНГ) троллейбуса із накопичувачем енергії на борту, виконаним на базі іоністорів. Схема дозволяє реалізувати режим тяги троллейбуса спільно із режимом рекуперативного (регенеративного)

гальмування в якості основного робочого виду електричного гальмування. Схема зображена на рис. 1.

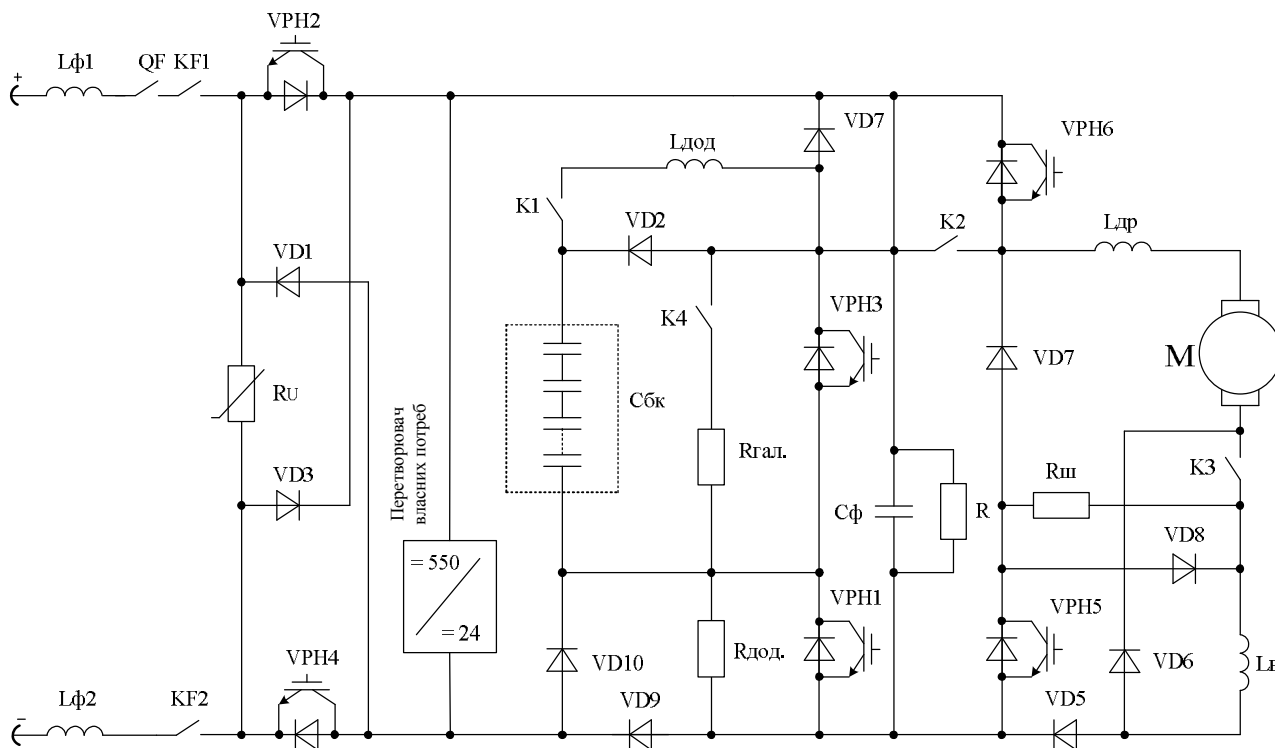


Рис. 1. Схема регенеративно - накопичувального гальмування

Способи керування, які реалізуються на базі схеми РНГ, дозволяють відключати джерело рекуперації від джерела живлення та не допустити, таким чином, спрацювання максимального струмового захисту із припиненням режиму ефективного електричного гальмування. Підвищення ефективності електричного гальмування на основі схеми РНГ дозволяє здійснювати електричне гальмування в широкому діапазоні швидкостей, забезпечувати високі динамічні показники та не перевищувати при цьому максимально допустиму напругу контактної мережі [5].

Додатковою перевагою такого схемного рішення є можливість використовувати накопичувальний пристрій в якості буфера, який працює в режимі тяги тільки на розряд. У випадку суттєвого короткочасного падіння рівня напруги в контактній мережі, пристрій на протязі деякого часу може вирівнювати величину напруги, яка прикладається до тягового електродвигуна.

Із впровадженням накопичувальних елементів на міському електричному транспорті, згідно розрахунків, відбуватиметься зменшення споживання електричної енергії із системи первинного електропостачання. Витрати споживаної енергії на рух міського електричного транспорту (із врахуванням втрат на перетворення) зменшуватимуться на 12 - 27% із забезпеченням автономного ходу в кілька сотень метрів.

### Висновки

Запропоновано принципову електричну схему РНГ тролейбуса із накопичувачем енергії на борту, яка дозволяє: реалізувати режим тяги тролейбуса спільно із режимом рекуперативного (регенеративного) гальмування в якості основного робочого виду електричного гальмування в широкому діапазоні швидкостей; забезпечувати високі динамічні показники та економію споживаної електричної енергії на рух міського електричного транспорту на 12 - 27%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Байрыева Л.С. Электрическая тяга. Городской наземный транспорт / Л.С. Байрыева, В.В. Шевченко. — М. : Транспорт, 1986. — 206 с.
2. Штанг А.А. Анализ основных накопителей энергии для электроподвижного состава [Текст] / А.А. Штанг, Е.А. Спиридонов, Г.Н. Ворфоломеев; Наука. Технологии. Инновации. Материалы

всероссийской научной конференции молодых ученых в 6-ти частях. Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2004. — с. 158-159.

3. Щуров Н.И. Повышение эффективности использования электрической энергии в субподсистеме электрического транспорта / Н.И. Щуров, В.И. Сопов, А.А. Штанг, Ю.А. Прокушев; Совершенствование технических средств электрического транспорта: Сб. научн. тр. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. — с. 6 - 20.

4. Сопов В.И. Эффективность использования энергии рекуперации при торможении подвижного состава / В.И. Сопов, Н.И. Щуров; Совершенствование технических средств электрического транспорта: Сб. научн. тр. НГТУ — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. — Вып. 2-е. 126 - 136.

5. Марквардт, К.Г. Работа системы электроснабжения при рекуперации энергии. — Техника железных дорог 1955, №4. — с. 19-20.

***Олександр Анатолійович Паянок*** — к.т.н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2goldfuture8@mail.ru.

***Payanok Oleksandr A*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Renewable energy and transportation systems and electrical systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2goldfuture8@mail.ru.