

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Ассистент, Каршиев Каримберди Тавбаевич,  
(Ташкентский государственный транспортный университет),  
(СЕКЦИЯ 02, тел: +998933331736 E-mail: [karimberdiqarshiyev@gmail.com](mailto:karimberdiqarshiyev@gmail.com))*

*Ассистент, Курбонов Ислон Бахтиярович,  
(Ташкентский государственный транспортный университет),  
Ассистент, Нуриддинов Сардор Бобоярович,  
(Ташкентский государственный транспортный университет),  
Ассистент, Авазов Бобомурод Курбонович,  
(Ташкентский государственный транспортный университет)*

Наиболее важным направлением на железнодорожном транспорте является повышение производительности грузовых поездов.

В связи с этим расширение применения рекуперации в тяговых сетях позволяет снизить расход электрической энергии.

В последнее время появляются образцы накопителей электроэнергии (НЭЭ) что позволяет их использование в качестве приёмников энергии рекуперации в системе тягового электроснабжения.

Применения НЭЭ на постах секционирования на железнодорожных перегонах способствует разгрузке питающих линий тяговых подстанций, снижению потерь напряжения и мощности в тяговой сети, уменьшению нагрева проводов контактной сети. Вычислительные эксперименты и сравнительный анализ показал, что вариант размещения НЭЭ на посту секционирования более предпочтителен, чем на тяговых подстанциях по энергетическим показателям.

Поставленная задача реализуется на основе критерия минимума расхода энергии в системе тягового электроснабжения при заданных размерах движения с ограничениями со стороны инфраструктуры, обеспечивающий условия применения рекуперации. Достаточный уровень рекуперации реализуется при помощи накопителя электроэнергии при обеспечении понижения степени потребления электроэнергии в тяговой сети, причём на это влияет целый ряд причин: профиль пути, температура, масса электроподвижного состава, а также его скоростные характеристики.

Что бы дать оценку применения НЭЭ на посту секционирования на перегоне между тяговыми подстанциями, применим критерий сокращения суммарного расхода электроэнергии на тяговых подстанциях по уровням напряжения в контактной сети, сверхнагрузке силовых трансформаторов, нагреву контактных проводов. Оценка электрических параметров в тяговой сети производим по среднему уровню тягового напряжения, а также по нагрузочной характеристике на тяговых подстанциях.

При реализации схемы замещения железнодорожного участка движения электроподвижных составов, выполним некоторые допущения для определения её параметров: синусоидальная и симметричная система напряжения внешнего

питания и входное мгновенное значение напряжения тяговой подстанции имеет вид:

$$U_{a,b,c} = U_A \sin(\omega t + \alpha_{a,b,c}) \quad (1)$$

где  $U_A$ —амплитудное значение напряжения,  $\alpha_{a,b,c}$ —фаза напряжения на проводах  $a, b, c$ , источник электропитания имеет бесконечную мощность:  $S \rightarrow \infty$ ; элементы контактных сетей имеют сопротивления:

$$R_{\text{КС}} = \frac{L_{\text{МПЗ}}}{2} \cdot r_{0\text{КС}}, \quad (2)$$

где  $L_{\text{МПЗ}}$ —длина межподстанционной зоны, км;  $r_{0\text{КС}}$ —сопротивление 1 км контактной сети, при движении электроподвижного состава по железнодорожному перегону до поста секционирования, сопротивление контактной и рельсовой сетей имеют линейную величину по заданному значению тяговой сети:  $R_{\text{КС}} = 0,000374t$ , скорость электроподвижного состава—постоянная, на перегоне тяговые токи являются функциями времени:  $I_{\text{ЭПС}} = f(t)$ , напряжение на НЭЭ на посту секционирования меняется от времени заряда/разряда и напряжение на контактной сети есть функция нескольких переменных:  $E_{\text{НЭЭ}} = f(U_{\text{КС}}, t, I_{\text{рек}})$ , где  $U_{\text{КС}}$ —напряжение на контактной сети на посту секционирования,  $t$ —время заряда/ разряда НЭЭ,  $I_{\text{рек}}$ —значение тока рекуперации.

Чтобы оценить степень применения НЭЭ, используем результаты измерений электрических параметров движения электроподвижного состава с параметрами: профиль пути, напряжение тяговой сети, скоростные характеристики, масса электропоезда.

С помощью программного комплекса Matlab реализуем имитационную модель для оценки эффективности применения НЭЭ на посту секционирования.

Режимное управление работой в устройстве НЭЭ реализовано измерением уровня напряжения на шинах поста секционирования и накопителя при переходе в режим заряда НЭЭ при повышении номинального уровня напряжения (при рекуперативном торможении) и переход в режим заряда при падении напряжения на шинах поста секционирования до минимального значения. Итоги измерений можно применить в системе управления НЭЭ по заданному алгоритму. Основой алгоритма (рис.1) является измерение тока и напряжения в контактной сети в точке присоединения поста секционирования и на НЭЭ. На основе измерений параметров, реализуется переключение транзисторных ключей для осуществления процесса заряда, разряда.

Алгоритм работы устройства НЭЭ на посту секционирования следующий. В начальный момент времени определяется готовность устройства к работе, затем—уровня напряжения на шинах поста секционирования  $U_{\text{нс}}$  до уровня  $U_{\text{макс}}$ , соответствующего режиму рекуперативного торможения электроподвижного состава и напряжении на НЭЭ  $U_{\text{НЭЭ}}$  ниже максимально возможного уровня  $U_{\text{зар}}$ , который показывает полный заряд устройства, НЭЭ переходит в режим заряда.

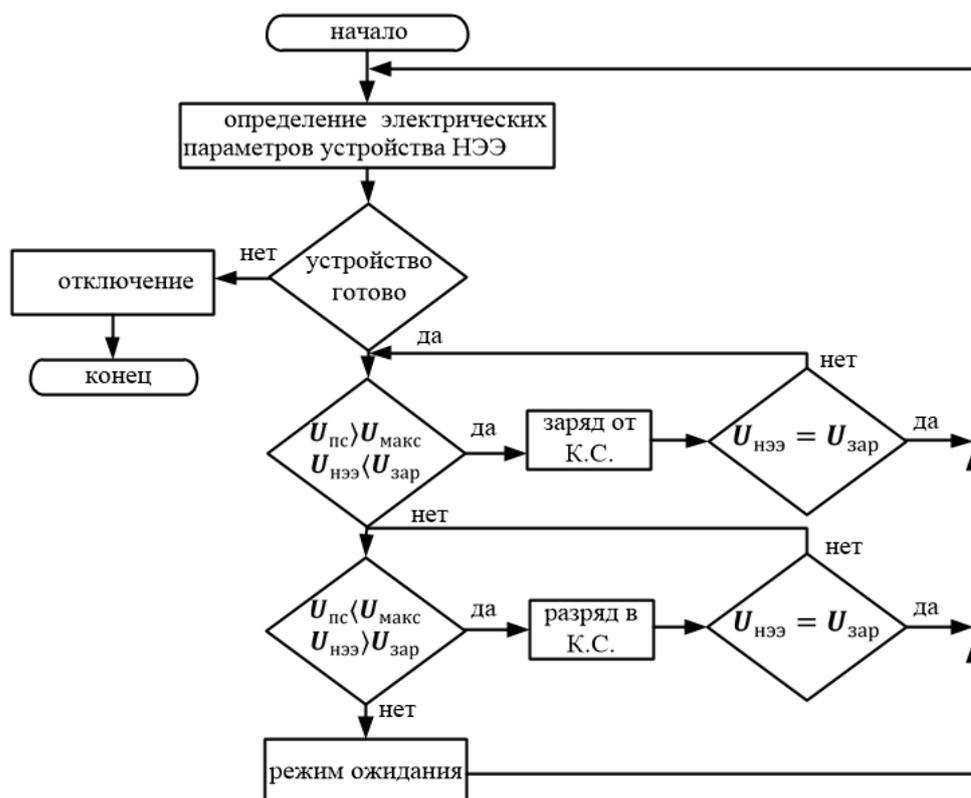


Рис. 1. Алгоритм работы НЭЭ на посту секционирования.

При понижении напряжения на шинах поста секционирования  $U_{пс}$  до уровня  $U_{мин}$  и напряжении на НЭЭ выше уровня  $U_{зар}$ , обеспечивающего разряд, НЭЭ переходит в режим разряда в контактную сеть. При отсутствии условий для перехода НЭЭ в режим разряда или заряда, накопитель на посту секционирования находится в режиме ожидания. Алгоритм работы предусматривает прекращение работы НЭЭ в аварийных режимах.

Применение НЭЭ на посту секционирования позволяет улучшить основные энергетические показатели режима работы системы тягового электроснабжения и позволит сократить потери в контактной сети на 0,85% и суммарный расход электроэнергии на 1,71%.

### Список литературы

1. Черемисин В.Т., Незевак В.Л., Шатохин А.П. Повышение энергетической эффективности системы тягового электроснабжения в условиях работы постов секционирования с накопителями электрической энергии. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. Т. 326. № 10. С. 54–64
2. Незевак В.Л., Вильгельм А.С. К вопросу о выборе накопителя на участках постоянного тока с применением рекуперативного торможения. Инновационные проекты и новые технологии в образовании, промышленности и на транспорте: матер. науч. практ. конф. – Омск, 2013. – С. 30–36.
3. Consideration of the nonlinearity of the magnetization curve in the calculation of

magnetic chains with a moving electromagnetic screen. Boltayev O.T., Akhmedova F.A., Kurbanov I.B. DOI - 10.32743/UniTech.2022.95.2.13086. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13086>

4. Amirov S.F., Sulliev A. Kh., Sanbetova A.T., Qurbonov I.B. Study on the biparametrical transductions circuits with distributed parameters. To cite this article: S F Amirov *et al* 2021 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **939** 012008
5. G.Sh. Abidova, M. Bazarov, I.B. Kurbanov. TSTU, Uzbekistan. Development of a device for automatic gain selection of a measuring amplifier using a following type analogue-digital converter. *Galaxy international interdisciplinary research journal (GIIRJ)*. ISSN (E): 2347-6915. Vol.10. Issue 6, June 2022.