

Отцепка вагона от состава поезда ведёт к уменьшению веса состава, а соответственно отрицательно влияет на показатель тонно-километров.

Подача вагона на ремонтный путь сопровождается дополнительной маневровой работой, что негативно влияет на запланированную маневровую работу по расформированию и формированию поездов.

Комиссионный осмотр вагона производится комиссией, состоящей из заместителя начальника депо по эксплуатации, начальника ПТО и мастера ПТО, с целью подтверждения отказа работоспособности и составления акта о премировании ОВР, выявившего отказ.

В свою очередь важнейшим элементом системы товародвижения является транспортировка товаров. Для собственников грузовых вагонов определяющими условиями являются стоимость, качество ремонта и время простоя вагона в ремонте.

Нашей же задачей является использование материалов, позволяющих увеличить срок службы втулок за счет повышения их технических характеристик, которое достигается путем качественного и количественного соотношения входящих в материал втулок компонентов.

УДК 621.331:621.332

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГООБМЕННЫХ РЕЖИМОВ В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С НАКОПИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ

О. И. САБЛИН, Д. А. БОСЫЙ

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Украина*

Перспективным направлением снижения энергоёмкости и повышения энергетических показателей систем электрифицированного транспорта является использование силовых накопителей энергии (НЭ) [1–3]. Они позволяют демпфировать колебания тяговой нагрузки транспортных средств, повысить эффективность использования энергии рекуперации, снизить потери энергии и установленную мощность системы тягового электроснабжения. Временное хранение энергии рекуперации в НЭ имеет существенное преимущество перед ее возвращением в систему внешнего электроснабжения, поскольку не зависит от режимов нетяговых нагрузок в узлах присоединения тяговых подстанций (ТП). На сегодняшний день существует положительный опыт эксплуатации НЭ на метрополитенах и городском электротранспорте. На ТП преимущественно используются инерционные механические НЭ как наиболее согласованные с электромеханическими характеристиками транспортных нагрузок. Комплекс из 2–5 энергоблоков позволяет аккумулировать энергию мощностью 1,5–2,5 МВт, что обеспечивает пуск и разгон двух электропоездов до скорости 60 км/ч [3]. Использование суперконденсаторных и сверхпроводящих индуктивных НЭ в тяговых сетях в настоящее время находится на стадии экспериментальной эксплуатации.

Управление процессами энергообмена в НЭ для систем общей энергетики и электрической тяги отличаются. В общей электроэнергетике НЭ должно обеспечивать постоянный уровень отбора электроэнергии от генерирующей системы, компенсируя отклонения от среднего значения мощности. Уровень энергопотребления, по которому НЭ переключается с зарядного режима в разрядный и наоборот, и величина его энергоёмкости устанавливаются путем статистического моделирования графиков нагрузок с учетом заданного значения показателя, характеризующего неравномерность потребления мощности от источника. В системе электрической тяги, где имеет место как потребление, так и рекуперация энергии, управление процессом энергообмена является более сложным и требует применения других алгоритмов, которые позволяют эффективно согласовывать работу НЭ в режиме демпфирования пиковых нагрузок и временного хранения избыточной энергии рекуперации. Во-первых, здесь надо четко различать, когда имеет место рекуперация с избытком мощности, отдаваемой по сравнению с потреблением. Другой режим – это когда потребляемая мощность превышает ту, что отдается. В первом случае алгоритм управления НЭ прост – он поглощает всю избыточную энергию, и его параметры должны быть выбраны именно с этим режимом. Во втором случае принцип управления энергообменом может варьироваться между двумя крайними случаями:

реализуется алгоритм максимально быстрого разряда НЭ и отдачи накопленной энергии с целью поглощения следующей порции энергии рекуперации или процесс отдачи энергии регулируют по принципу поддержания определенного уровня потребляемой от энергосистемы мощности или минимально допустимого уровня напряжения на фидерах. Построение системы управления НЭ определяется наличием датчиков для реализации обратных связей, измеряющих для сравнения потребляемые мощности (токи) с тяговой и внешней сетями и датчиков напряжения на шинах ТП и собственно самого НЭ (рисунок 1). При этом возможна регулировка только по сигналам датчика напряжения на фидерах ТП, когда при повышении напряжения выше уровня холостого хода НЭ включается в режим поглощения, стабилизируя напряжение на шинах в заданных пределах.

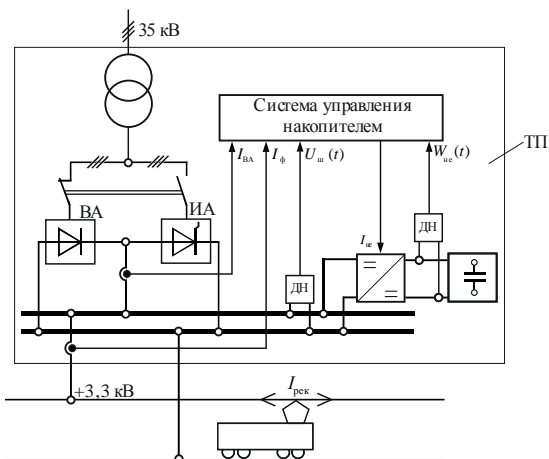


Рисунок 1 – Структурная схема управления режимом энергообмена НЭ

Для расширения возможностей исследования режимов работы НЭ при рекуперации авторами была разработана универсальная модель системы электрической тяги в среде MatLab [1], позволяющая учитывать параметры движения поездов на участках, режимы системы внешнего электроснабжения, характеристики НЭ, которая позволяет выбирать наиболее рациональные энергообменные режимы работы НЭ. Модель состоит из элементов внешнего электроснабжения, тяговой подстанции и тяговой сети, накопителей и тяговых нагрузок, а также системы управления.

В качестве примера моделирования рассмотрим однопутный железнодорожный участок тяговой сети постоянного тока (3,3 кВ), включающий три ТП, одна из них (ТП 2) оборудована НЭ с энергоемкость 300 кВт·ч, в зоне питания которой одновременно движутся два поезда (рисунок 2, а).

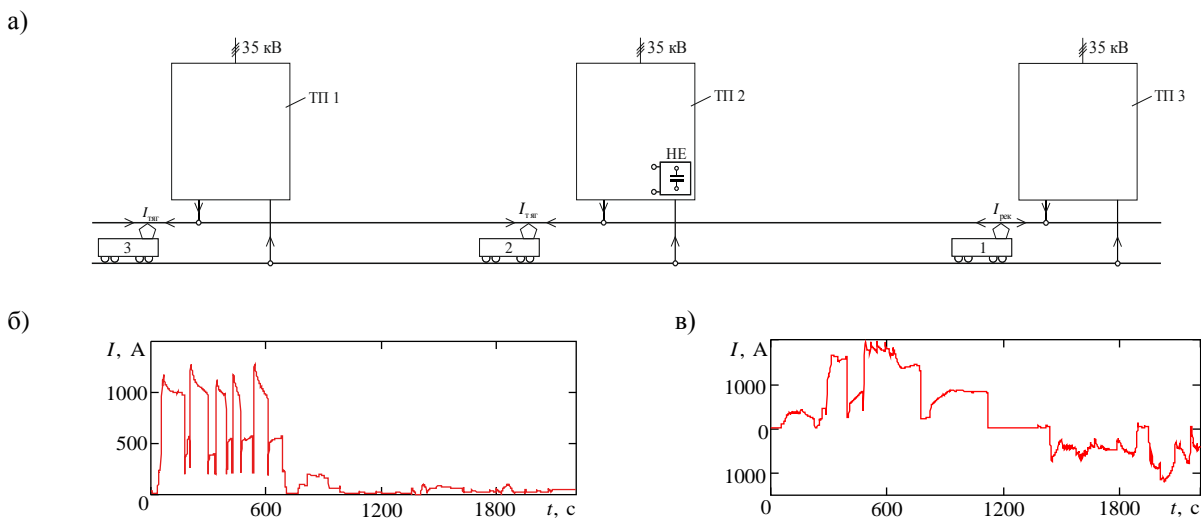


Рисунок 2 – Структурная схема моделируемого участка (а), графики токов поездов 1, 3 (б) и 2 (в)

Рассмотрим случай прохождения тяжеловесного поезда 1, оборудованного рекуперацией, за которым следует легковесный поезд 2 без рекуперации. Профиль пути между подстанциями выбран таким, что поезда на участке ТП 1-2 находятся в режиме тяги и выбега, а ТП 2-3 – частично в режиме выбега и торможения. Режимы движения поездов были выбраны такими, что процессы тягового электропотребления и рекуперации поездов на смежных участках не совпадают во времени, что является наиболее распространенным случаем, поэтому всю избыточную энергию рекуперации необходимо поглощать в НЭ. После выхода поезда 1 за пределы рассматриваемой области и входа поезда 2 на участок ТП 2-3, на участок ТП 1-2 заходит тяжеловесный поезд 3, потребляющий энер-

гию по тому же графику, что и поезд 1. При этом случае он частично подпитывается от НЭ. На основе тяговых расчетов для данного участка (ТП 1-3) были составлены графики токов поездов, определяющие режим электропотребления для заданных профиля и времени хода по участку.

В результате моделирования было выполнено сравнение расхода энергии по вводу 35 кВ ТП 2 при наличии и отсутствии на ней НЭ, а также рассмотрены рациональные пределы разряда НЭ при подкормке тяговой нагрузки. При отсутствии тягового электроснабжения в зоне рекуперации и НЭ на ТП 2 вся энергия рекуперуется при торможении поезда на участке ТП 2-3 и будет утилизироваться в его реостатных или механических тормозах поезда. При наличии НЭ эта энергия может частично или полностью поглощаться с последующим возвращением в тяговую сеть для подпитки тяговых нагрузок.

Таким образом, при использовании накопителей энергии на тяговых подстанциях и управлении процессом их заряда-разряда по напряжению на шинах расход электроэнергии на вводе 35 кВ тяговой подстанции может быть снижен на 15–17 %, но энергия рекуперации вследствие ограниченной энергоемкости накопителя эффективно используется только на 60–70 %. Для увеличения экономического эффекта нужно повышать энергоемкость накопителя либо оптимизировать его энергообменные режимы с помощью преобразователя.

Список литературы

1 **Bosyi, D.** Computing and Optimization for DC Power Systems of Electric Transport / D. Bosyi, O. Sablin, Ye. Kosariev // New Jersey : World Scientific. – 2020. – 198 p. – Режим доступа : <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/q0229>. – Дата доступа : 10.10.20.

2 **Сопов, В. И.** Способы повышения эффективности использования энергии электрического торможения подвижного состава / В. И. Сопов // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : <http://www.onlineelectric.ru/articles.php?id=43>. – Дата доступа : 18.09.2020.

3 **Саблін, О. І.** Дослідження ефективності процесу рекуперації електроенергії в умовах метрополітену / О. І. Саблін // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/8 (72). – С. 9–13.

УДК 625.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ САН-ШИНЫ ШКАФА R3 ТЕПЛОВЗОВ СЕРИИ ТМЭ

Ю. Г. САМОДУМ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Е. В. ПИСАРЕНКО

ЗАО «Штадлер Минск», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время ключевым направлением в развитии железнодорожного транспорта стало его усовершенствование и внедрение электроники. Современный локомотив представляет собой сложную систему механических и электронных устройств, правильная работа которых обеспечивает безопасность движения и выполнение перевозочного процесса. Применение электроники позволило добиться автоматизации в управлении системами локомотива, адаптировать работу этих систем для различных условий движения, а также снизить расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду.

На Белорусской железной дороге нашли широкое применение новые маневровые тепловозы серии ТМЭ1 и ТМЭ2, которые оснащены микропроцессорной системой управления.

При всех положительных сторонах внедрения электронных систем появились и новые проблемы, связанные со сложностью диагностирования и устранением неисправностей микропроцессорного оборудования. Участвовавшие случаи выходов из строя электронного оборудования, тепловозов серии ТМЭ1 и ТМЭ2 привели к увеличению простоя локомотивов в ремонте и, как следствие, усложнили процесс организации маневровой работы.

За период с 01.01.2016 по 31.10.2019 выполнен учет неисправностей электронного оборудования распределительного шкафа R3 тепловозов серии ТМЭ1 и ТМЭ2, результаты которого представлены на рисунке 1.