

Накопители электрической энергии (НЭЭ) представляют собой устройства, позволяющие запасать в них энергию какого-либо вида в течение периода, равного времени заряда, и отдавать часть запасенной энергии в период разряда, причем обычно время разряда много меньше времени заряда. Данное устройство должно быть достаточно энергонасыщенным, позволять осуществлять накопление и отдачу электроэнергии за короткое время, обладать высоким КПД, большим временем безотказной работы и быть достаточно дешевым.

Принцип работы и конструктивные особенности НЭЭ весьма разнообразны. Их можно разделить на электрохимические и физические агрегаты. Первые преобразуют электрическую энергию в химическую, вторые – в механическую.

В тяговых сетях метрополитена в качестве НЭЭ могут быть использованы кинетические накопители, аккумуляторные батареи и суперконденсаторы.

Кинетический накопитель энергии (маховик) представляет собой устройство, предназначенное для запаса и хранения механической энергии и способное отдавать ее в виде электрической энергии для дальнейшего потребления. Применения НЭЭ на базе маховика позволяет: накапливать энергию торможения и впоследствии использовать ее для разгона состава; уменьшить воздействие на окружающую среду; сократить средства на применение оборудования высокой мощности и затраты на строительстве тяговых подстанций; сэкономить электроэнергию за счет использования энергии торможения; снизить тепловые нагрузки в туннелях и на станциях метро, тем самым уменьшить потребление энергии для систем вентиляции и охлаждения.

Аккумуляторная батарея является одним из самых распространенных типов накопителей, представляющий собой химический источник тока, состоящего из одного гальванического элемента. Также аккумуляторные батареи могут использоваться одновременно в электрохимических накопителях, выполненных на основе суперконденсаторных батарей. Данное сочетание позволяет: увеличить срок службы аккумуляторных батарей в 1,5–2 раза, а периодичность обслуживания аккумуляторных батарей – в 2 раза; применение суперконденсаторов расширяет возможность выбора аккумуляторных батарей и улучшает условия их эксплуатации.

Суперконденсатор (СК) представляет собой устройство, способное накапливать чрезвычайно большое, по отношению к его размеру, количество электроэнергии и отдавать огромное ее количество за очень маленький промежуток времени. Это объясняется очень большой емкостью СК (до 1000 Ф). Отличительной особенностью данных устройств является то, что заряд происходит благодаря накоплению электрической энергии в двойном электрическом слое (ДЭС) на границе электронного проводника и электролита.

Авторами были проведены исследования по применению суперконденсаторных батарей при непосредственной установке их на тяговых подстанциях (ТП) метрополитена. Была разработана математическая модель совместной работы тяговой сети и суперконденсаторных накопителей, которая позволит производить анализ электромагнитных процессов при работе подвижного состава как в режиме тяги, так и в рекуперативном торможении.

Результаты исследований показали, что применение НЭ без дополнительных устройств автоматики эффективно только в том случае, когда наклон внешней характеристики батареи в режиме разряда меньше, чем этот же параметр преобразовательной установки ТП. В противном случае для повышения эффективности НЭ следует применять специальные коммутирующие устройства. Также можно сделать вывод о том, что применение НЭЭ эффективно при работе подвижного состава в режиме рекуперации, так как позволяет снизить потребление электроэнергии из первичной питающей сети; сгладить отрицательные и, в меньшей степени, положительные пиковые нагрузки тяговых подстанций; сэкономить электроэнергию в первичной питающей сети, понижающем и преобразовательном трансформаторах.

УДК 629.4.023.2: 629.4.064

## **ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДУЛЬНАЯ КОМПОНОВКА ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДИЗЕЛЯ**

*В. Н. БАЛАБИН, В. Н. ВАСИЛЬЕВ*

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Российская Федерация*

Предлагается новая концепция быстро- и взаимозаменяемых оперативных модулей основного и вспомогательного оборудования локомотивов, выполненных на общем базовом основании.

К архитектуре блочно-модульной концепции быстро- и взаимозаменяемых оперативных модулей основного и вспомогательного оборудования современных локомотивов с самого начала должны предъявляться высокие требования по надежности, удобству диагностики и обслуживания.

В целом, в машинном отделении локомотива располагается корпус-каркасные конструкции, внутри которых расположены юнит-модули, выполняющие необходимые функции по обеспечению работы дизеля. В корпус-каркас встраиваются элементы перемещения и надёжного крепления съёмных модулей. Компоновка юнит-модулей на локомотиве должна позволять их лёгкую замену извне без демонтажа соседних модулей и по возможности при минимальных затратах времени и энергии.

Необходимо коренным способом менять всю концепцию проектирования локомотивов, уделив главное внимание содержанию модулей и их унификации в зависимости от мощности локомотивного дизеля.

В общем случае на локомотивах различают пять основных систем обеспечения ДГУ: топливная (ТС), смазки (СС), охлаждения (СО), воздухоподготовки (ВП) и газовойпуска (ГВ).

Существуют макро- и микромодульность систем. К примеру, внутри модуля ТС расположены микромодули элементов топливной системы, позволяющие выполнять все операции обслуживания и замены элементов по мере необходимости без съёма основного модуля ТС. При этом связь со стационарными трубопроводами выполнены быстроразъёмными соединениями и моносоединителями, например устройствами компании Staubli или CEJN.

По своему назначению модули делятся на управляющие и исполнительные, а по степени общности – на стандартные и оригинальные.

На локомотивах целесообразно использование так называемых функциональных модулей – сборочных единиц адресного применения, основу которых составляет известное оборудование (механическое, тепло- и электротехническое, электронное и др.), смонтированное в корпусе-каркасе, прошедшее соответствующую проверку и готовое к выполнению своих функций после установки модуля на локомотив.

Применение функциональных модулей обусловлено не столько требованием совершенствования технологии локомотивостроения, сколько эксплуатационными соображениями. Созданное и смонтированное в виде функциональных модулей оборудование сможет легко заменяться в процессе эксплуатации локомотивов на новые, более совершенные образцы, обеспечивая тем самым поддержание на должном уровне эффективности локомотива, как сложной системы.

Применительно к локомотивам железных дорог модульность конструирования должна облегчить процессы не только проектирования и строительства, но и эксплуатации (сервисное техническое обслуживание и ремонт, замена узлов и модернизация). Основа принципов модульности – это перенесение максимального объема производственных и ремонтных операций из депо в заводские условия. Такой принцип позволяет упростить задачу мониторинга функционирования различных модулей и микромодулей.

Сервисное обслуживание локомотивов, построенных по принципам модульности, приобретает совершенно новые свойства, позволяющие полностью отказаться от традиционных основных и оборотных локомотивных депо в пользу сервис-модульных точек (СМТ), занимающихся анализом результатов мониторинга локомотивов, съёмом и установкой модулей и микромодулей.

При переходе на новую систему обслуживания модульных локомотивов основная нагрузка по бесперебойному обеспечению СМТ необходимыми модулями ложится на сервис-модульные центры (СМЦ). И здесь решающую роль должна сыграть техническая и технологическая база этих центров. В СМЦ ответственность за качество своих поставок будет выше, так как любой брак будет наказываться на всем протяжении цикла функционирования модуля. В случае отказа изделия (микромодуля) на СМЦ налагается штраф, а локомотив заходит на межпоездное обслуживание, где за счёт центра оперативно заменяется модуль (микромодуль).

Необходимым фактором при проектировании СМТ является нетрудоемкий, полностью механизированный монтаж-демонтаж модулей на локомотивы.

Проектирование локомотивов модульного исполнения позволит значительно увеличить его производительность, уменьшить затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт, сократить количество обслуживающего персонала на ремонте локомотивов.

Таким образом, модульность – лекарство от многих болезней современного локомотивного хозяйства.