

УДК 629.331.5

Гарипов С.Г., инженер-конструктор ПАО «КАМАЗ», бакалавр, Salavat-026@mail.ru.

Краснова А.А., руководитель сервисного центра ООО «Авто-1», бакалавр.

ТЕРМОСТАТИРОВАНИЕ ТЯГОВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Аннотация: Работа посвящена вопросам эксплуатации электромобилей в условиях отечественного климата. Рассмотрены особенности применения тяговых аккумуляторных батарей в зимнее время года. Предложено применение систем терморегулирования с учётом их технико-экономических показателей.

Ключевые слова: Электромобиль, тяговая аккумуляторная батарея, система термостатирования, литий-ионная батарея, температура узла

Создание отечественных электромобилей (электробусов) и эксплуатация их в суровых климатических условиях России требуют разработки высокоэффективных систем термостатирования тяговых аккумуляторных батарей (ТАБ).

Тяговые аккумуляторные батареи (ТАБ) — это один из основных и дорогостоящих элементов современного электромобиля (электробуса) (рис. 1). Высокую эффективность в качестве тяговых аккумуляторных батарей показали литий-ионные батареи, обладающие большей плотностью энергии в сравнении с другими типами батарей [1]. Мощность, ёмкость, безопасность и работоспособность тяговых аккумуляторных батарей электромобилей (электробусов) напрямую зависит от температурных режимов работы. Так как одним из критических факторов для тяговых батарей является влияние температуры, можно сделать вывод о необходимости поддержания оптимального температурного диапазона при эксплуатации батареи. При получении оптимальных температур ТАБ в подходящем диапазоне сохраняются технические характеристики ТАБ (мощность, емкость, безопасность и т.д.). Для поддержания нужных температур ТАБ была разработана система термостатирования тяговых аккумуляторных батарей электромобилей (электробусов).

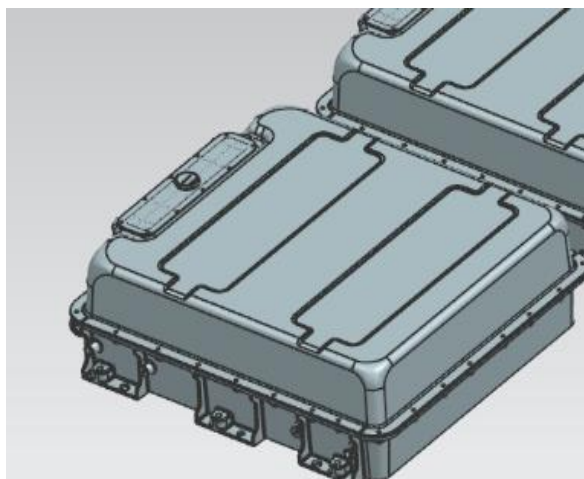


Рис. 1. Батарейный модуль Microvast

Фирмами-производителями литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) рекомендуется диапазон температур эксплуатации $+10...+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, но ЛИА работоспособен и в диапазоне температур $-25...+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 2).

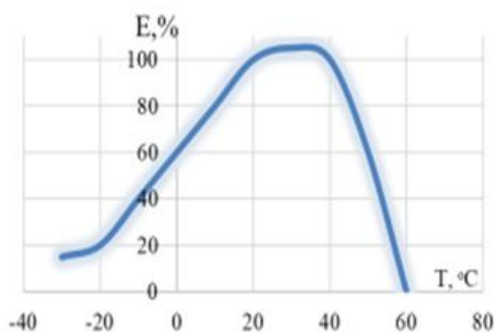


Рис. 2. Зависимость ёмкости ТАБ от температуры окружающего воздуха

При температуре между -20 и $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ жидкие электролиты могут кристаллизироваться. Отрицательные температуры увеличивают сопротивление внутри ЛИА, мешая потоку ионов внутри и таким образом снижая емкость и производительность ТАБ. При температуре более $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ЛИА становятся нестабильными, внутри них начинаются необратимые процессы, что впоследствии может привести к тепловому разгону. Всё это является основной проблемой для потенциальных потребителей электромобилей (электробусов).

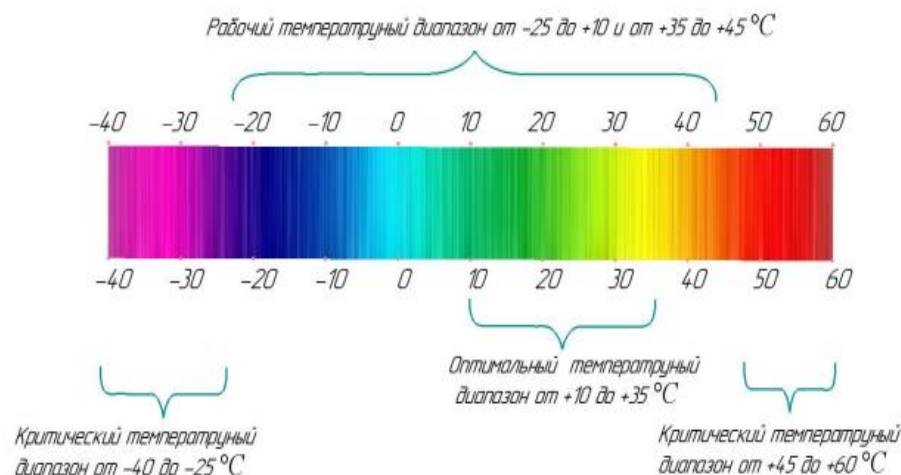


Рис. 3. Температурные диапазоны эксплуатации ЛИА

Проведенный анализ информации показал, что критические диапазоны температур эксплуатации таковы: $-40...-25$ и $+45...+60$ °C. Описанные диапазоны показаны на рис 3.

Система терморегулирования ТАБ может быть, как воздушной, так и жидкостной (рис. 4, 5). Наиболее оптимальной с точки зрения эффективности теплообмена считается система с жидкостным поддержанием температур, так как она позволяет получить наиболее стабильные температурные характеристики. Недостатки воздушного термостатирования ТАБ: снижение удельных характеристик (объем), худший теплообмен по сравнению с жидкостью из-за меньшей удельной теплоёмкости.

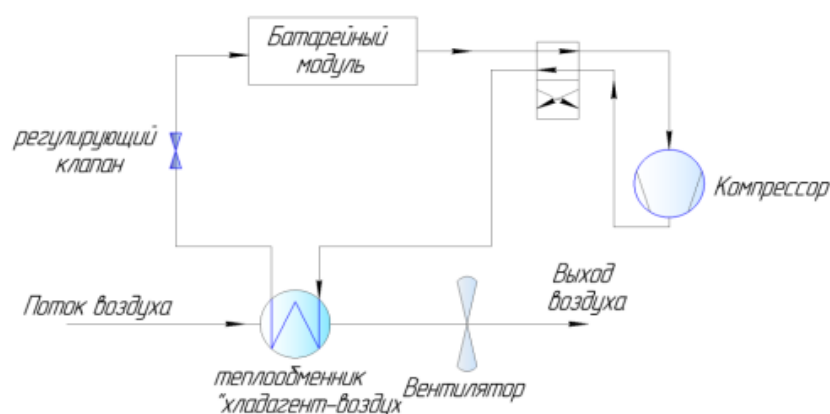


Рис. 4. Непосредственный принудительный теплообмен с хладагентом

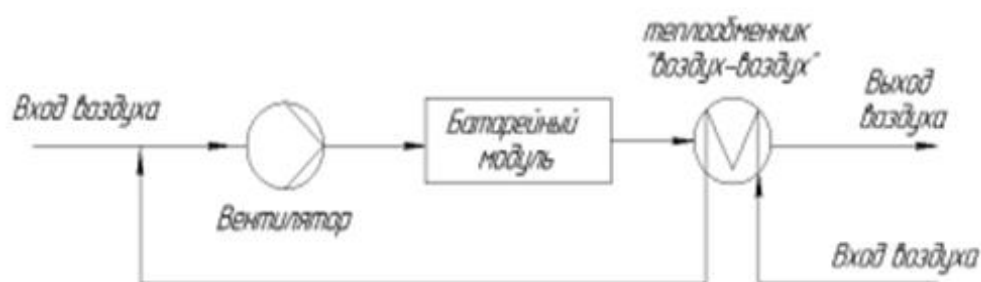


Рис. 5. Принудительная система с рекуперацией тепла

Системы термостатирования проектируются, как отдельный самостоятельный модуль, либо интегрированная система термостатирования в накрывной блок климатической системы электротранспорта.

Отдельный блок ТМС (рис.6) выполняет все необходимые функции для поддержания оптимальной работы ТАБ. Поддержание температурного режима циркулирующим между теплообменниками модулей аккумуляторов и СТР за счет работы встроенного электрического насоса.

Охлаждение обеспечивает компрессорный холодильный агрегат (активное охлаждение) или теплообменник охлаждения воздухом окружающей среды (пассивное охлаждение). Подогрев обеспечивается нагревателем.



Рис. 6. Блок ТМС

Компоненты блока ТМС:

- Компрессор

- Ресивер-осушитель
- Датчик аварийного давления
- Датчик давления
- Многопоточный теплообменник конденсатора
- Пластинчатый теплообменник испарителя
- Терморегулирующий клапан
- Сервисный порт высокого давления
- Сервисный порт низкого давления
- Насос теплоносителя
- Клапан теплоносителя
- Теплообменник пассивного охлаждения
- Нагреватель
- Расширительный бак
- Датчик уровня теплоносителя
- Входной патрубок теплоносителя
- Выходной патрубок теплоносителя
- Датчик температуры теплоносителя на входе
- Датчик температуры теплоносителя на выходе
- Датчик температуры окружающей среды

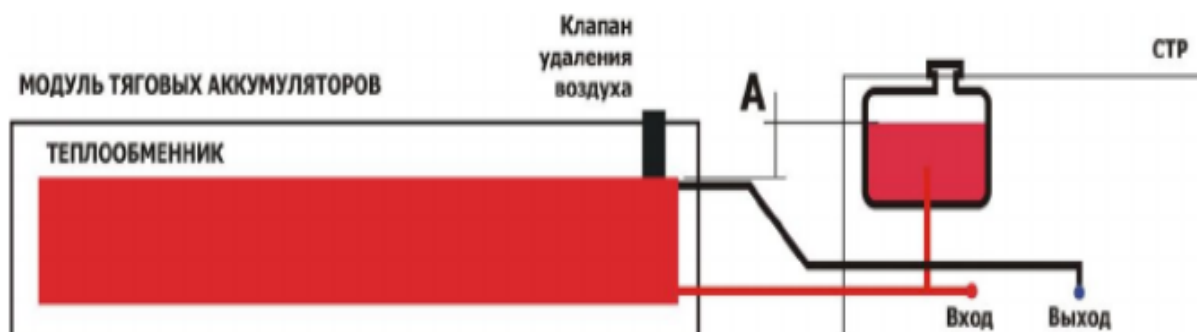


Рис. 7. Работа блока ТМС

Интегрированная система ТМС (рис.8) в накрывной блок климатической

системы сложна в конструкции, но удобна для заказчика тем, что при заказе заказчик получает полную климатическую систему на электротранспорт. Накрышный блок сразу выполняет две функции по климату ТС. Блок поддерживает температуру в пассажирском салоне и поддерживает рабочую температуру ТАБ, то есть накрышный блок управляет климатом ТС.

Есть ряд проблем при проектировке накрышного блока с ТМС. В накрышный блок необходимо вместить все элементы необходимые для климата салона и ТАБ. Следовательно, увеличиваются габариты накрышного блока, что не благоприятно влияет на компоновку транспортного средства. В некоторых случаях выносят нагреватель и электронасос для термостатирования тяговых батарей за корпус накрышного блока, что затрудняет компоновку накрышного оборудования.

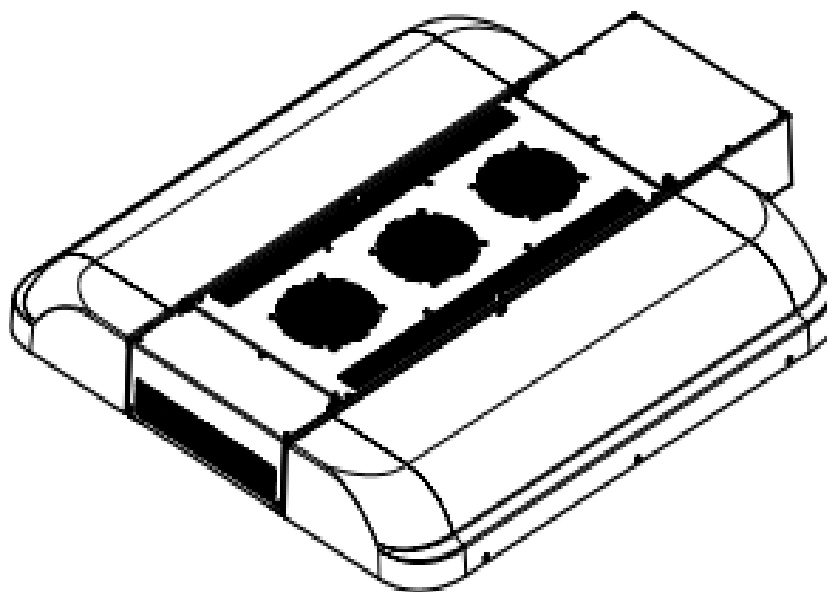


Рис. 8. Блок ТМС интегрированный в накрышный блок ТС

Применение системы термостатирования позволяет поддерживать оптимальную температуру узлов при эксплуатации в широком диапазоне температур окружающей среды, что позволяет увеличить длительность периода эксплуатации электромобиля (электробуса) [2]. С этой целью необходимо использовать активную систему термостатирования ТАБ, выбор которой следует

осуществлять с учётом технико-экономических показателей эффективности эксплуатации (стоимости системы, объёмно-массовых параметров, срока службы и др.).

Список использованных источников

1. Электробус КАМАЗ-6282. Характеристики и особенности конструкции. Подробный рассказ о производстве [Электронный ресурс]: – URL: https://kamaz.ru/press/video/electrobus_kamaz_6282/ (дата обращения 21.04.2022 г.).
2. АРКОН СТР-4W [Электронный ресурс]: – URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1670432835&tld/> (дата обращения 21.04.2022г.).
3. Барыкин, А.Ю. Пути повышения безотказности узлов трансмиссии грузового автомобиля в зимний период эксплуатации / А.Ю. Барыкин, М.М. Мухаметдинов, Р.Х. Тахавиев, Ш.С. Хуснетдинов // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием (14 марта 2019 г.) / отв. ред. Д.А. Захаров. – Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 261-265.

Garipov S. G., Design Engineer of PJSC "KAMAZ", Bachelor, Salavat-026@mail.ru

Krasnova A.A., head of the service center of LLC "Auto-1", Bachelor.

THERMOSTATING OF TRACTION BATTERIES

Abstract: The work is devoted to the operation of electric vehicles in the conditions of the domestic climate. The features of the use of traction batteries in the winter season are considered. The use of temperature control systems is proposed, taking into account their technical and economic indicators.

Keywords: Electric vehicle, traction battery, temperature control system, lithium-ion battery, node temperature