

## СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СРЕДНЕГАБАРИТНОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА С ФУНКЦИЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

**Е.А. Смотров к.т.н, вед. инж. НТЦ «Станкосерт», В.В. Субботин, студент ОНПУ,  
Д.Ю. Шейко, инженер, ОСКБСС**

*Аннотация.* Приводятся результаты разработки узла отвечающего за охлаждение электропривода, а также исследуется вопрос перспектив использования тепловых потерь для обогрева электротранспортного средства с бортовым источником питания.

*Ключевые слова:* система охлаждения, электротранспорт, обогрев электротранспорта.

## СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА СЕРЕДНЬОГАБАРИТНОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ З ФУНКЦІЄЮ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ

**Е.А. Смотров к.т.н., пров. інж. НТЦ «Станкосерт», В.В. Субботін, студент ОНПУ,  
Д.Ю. Шейко, інженер, ОСКБСС**

*Анотація.* Наводяться результати розробки вузла, що відповідає за охолодження електроприводу, а також досліджується питання перспективи використання теплових втрат для обігріву електротранспортного засобу з бортовим джерелом живлення.

*Ключові слова:* система охолодження, електротранспорт, обігрів електротранспорту.

## SYSTEM OF TEMPERATURE CONTROLLING FOR TRACTION ELECTRIC DRIVE OF MIDSIZE ELECTRIC TRANSPORT WITH USING HEAT LOSS

**E. Smotrov, cand. eng. sc., V. Subbotin, student, D. Sheyko, engineer**

*Abstract.* The results of the development unit is responsible for cooling the drive, and explores the prospects of using heat loss for heating electric vehicles with on-board power supply.

*Keywords:* cooling system, electric transportation, electric heating

### Введение

Последнее десятилетие характеризуется значительным ростом работ по разработке, исследованию и внедрению систем электротранспорта на основе автономного электропривода (ЭП), в том числе многодвигательного исполнения с источником питания на борту.

Одна из проблем, над которой продолжается работа и которая существенно снижает привлекательность ТС с автономным источником

питания, относительно маленькая дистанция пробега на одной зарядке аккумуляторной батареи (АБ). Маленькая удельная энергоемкость АБ 150 Втч/кг не позволяет решить эту проблему за счет увеличения емкости.

Влияние низких температур на емкость батареи, наряду с узким температурным диапазоном работы, создает крайне неблагоприятные условия для бортового источника питания (БИП), что наталкивает к выводу о сомнительных перспективах электротранспортного

средства (ЭТС) в зимнее время года. В тоже время работа ЭП приводит к выделению тепловой энергии, которую приходится утилизировать в окружающую среду. Для ЭП с высокой удельной мощностью или температурной изоляцией, является необходимой разработка узла, отвечающего за принудительное охлаждение ЭП, к которому помимо требования к эффективности предъявляются требования и к экономичности.

Доклад посвящен результатам по разработанной системе термоконтроля и перспективе вторичного использования тепловых потерь ЭП. Оговоренная тема будет рассмотрена на примере ЭТС сопоставимых габаритов с маршрутным такси, ввиду достаточных тепловых потерь для обогрева, а так же в качестве средства пассажирских перевозок, ввиду постоянной необходимости обогрева ТС.

### Анализ публикаций

Источники информации - отчеты автомобильных компаний по тестированию собственных разработок, публикации о нововведениях в автомобильной промышленности с последующей проекцией новинок на ЭТС.

Принцип действия системы охлаждения позаимствован у автомобиля с ДВС, с тем отличием, что были реализованы два отдельных контура охлаждения для электродвигателя и преобразователя. Контроль температуры возложен на автоматизированную систему, реализующую функцию экономии энергии.

Вопрос обогрева ЭТС за счет тепловых потерь ЭП – вопрос мало изучен, так как электропривод в малогабаритных электромобилях благодаря высокому значению КПД не выделяет количества тепла, достаточного для обогрева салона. Поэтому на данный момент в электромобилях отопление салона в зимнее время года возлагается на автономные устройства: инфракрасного отопления, электрические фены и с камерой сгорания топлива и аналогичные устройства прогрета жидкости.

### Цель и постановка задачи

Решение затронутых проблем по охлаждению ЭП с одной стороны и прогрета ЭТС с другой позволит экономить заряд АБ за счет энергии, которая была бы утилизирована,

продлить срок службы АБ за счет создания благоприятных температурных условий. Учитывая перечисленные преимущества, проблема является актуальной.

В работе ставится цель продемонстрировать разработанную систему охлаждения, возможность объединения систем охлаждения ЭП и отопления ЭТС, эффективность использования энергии потерь, преимущества над известными решениями, простоту реализацию.

### Основной раздел

Исследование вопроса прогрета ТС и разработка узла управлением охлаждения ЭП производилась на ЭТС, собранного на основе шасси и кузова серийного фургона. Тяговые усилия развивают два мотор-колеса (МК), соединенных с передними колесами через шарниры равных угловых скоростей. МК представляет собой трехфазный синхронный двигатель обращенного типа (статор остается неподвижным, тогда как ротор соединен с диском колеса) с возбуждением от постоянных магнитов [1]. Конструктивные особенности МК привели к температурной изоляции обмотки электродвигателя от окружающей среды, поэтому было предусмотрено жидкостное охлаждение. Кроме МК в состав ЭП входит преобразователь напряжения (ПН), который также нуждается в принудительном жидкостном охлаждении. Разные температурные диапазоны работы МП и ПН вынудили разделить контура охлаждения. Раздельное охлаждение МК и преобразователя было реализовано на практике и хорошо себе зарекомендовало.

Для оценки тепловых потерь за основу был взят европейский городской цикл движения ЕСЕ-15, рис. 1. В результате расчета мощности тепловых потерь по методике представленной в [2] было установлено, что в зависимости от перевозимого веса возможно направлять в салон ТС от 2,1 до 4,6 кВт. Если при расчете необходимой для обогрева мощности, принять салон ТС как помещение с плохой теплоизоляцией, то на поддержание комфортных условий на уровне 20<sup>0</sup>С потребуется 1,5 – 2кВт, что перекрывается тепловыми потерями в ЭП.

Предлагается назначить функции охлаждения ЭП и обогрева ЭТС одной системы, которая через управление дроссельными засло-

нками обеспечит управлением перемещением тепловой энергии.

Структура системы охлаждения ЭП и обогрева ЭТС представлена на рис. 2. Контур, содержащий преобразователь в качестве источника тепла, содержит устройство предпу-

сового прогрева – для прогрева до начала движения, и отопляет зону водителя и отсек БИП. Контур электродвигателей соответственно отопляют пассажирский салон. Предложенная структура позволяет автоматизировать управление тепловыми процессами в ЭТС.

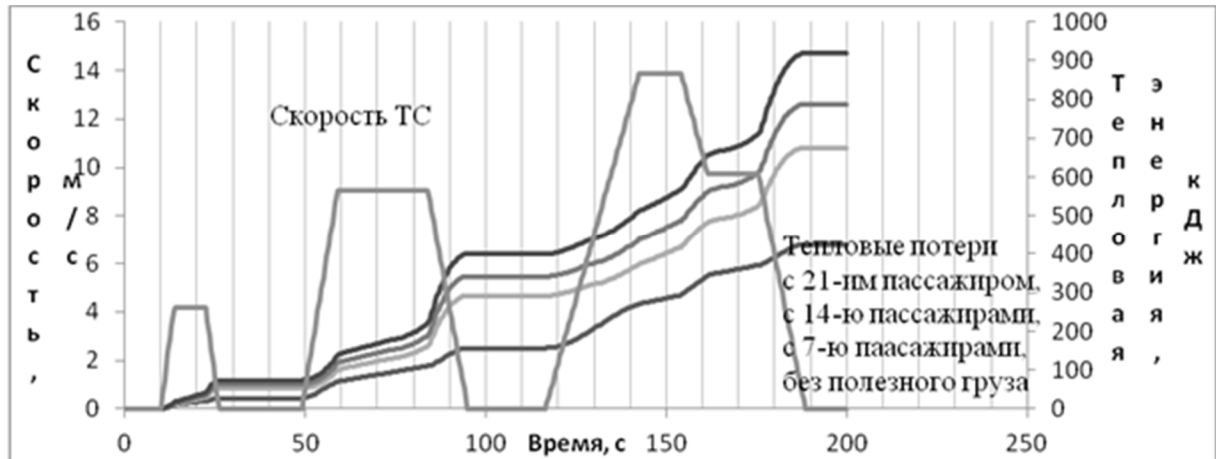


Рис. 1. Городской цикл движения ТС с соответствующими тепловыми потерями

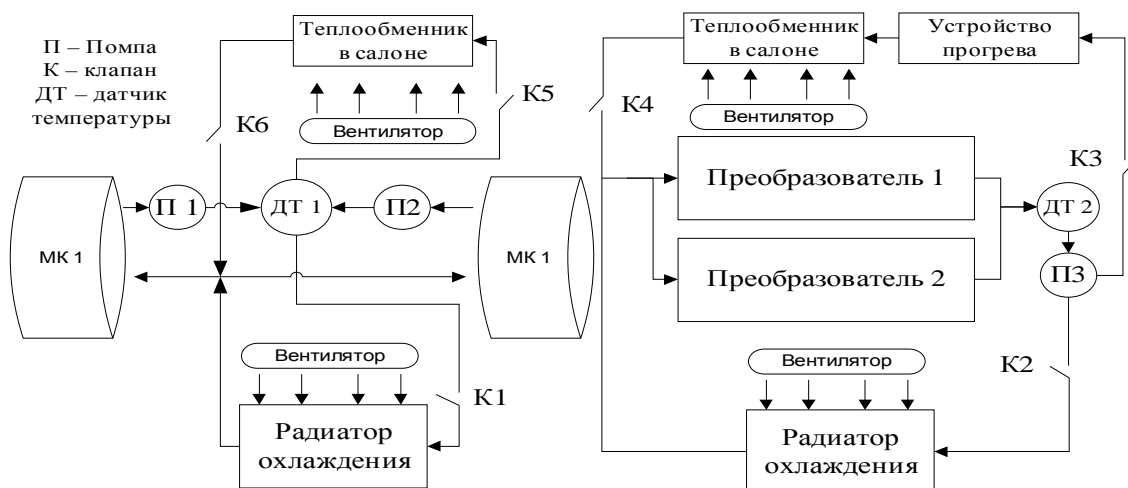


Рис. 2. Структура система термоконтроля

### Выводы

Проделана разработка системы терморегулирования ЭП. Предложен способ экономии заряда БИП в зимнее время, проведен расчет энергии для повторного использования, рассмотрен способ реализации предложенной системы.

### Литература

1. Вершинин Д.В. Электропривод мотор-колеса электротранспортного средства / Д.В. Вершинин, В.А. Войтенко, Е.А.

Смотров // Электромашинобуд. та електрообл. – 2009. – Вип. 74. – С. 25–30.

2. Вершинин Д.В. Определение параметров основных узлов электрической схемы электроавтobуса / Д.В. Вершинин, В.А. Войтенко, Е.А. Смотров // Электромашинобуд. та електрообл. – 2009. – Вип. 74. – С. 10–17.

Рецензент: В.Х. Далека, профессор, д.т.н. ХНУГХ.

Статья поступила в редакцию 5 сентября 2013 г.