Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Автотранспортный»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент
к.т.н доцент кафедры.
«Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие»
Аграрный Университет
_____Н. А. Кузнецов
«____»_____2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой, д.т.н, проф.
_____Ю. В. Рождественский
«____»_____2019 г.

Разработка и исследование электропривода гоночного болида с учетом тепловых режимов при работе в двигательном режиме с учетом регламента «Формула Студент».

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ЮУрГУ–13.04.02.2019.098.00.00 ПЗ

Научный руководитель,
доцент, д.т.н.
_____А.В. Гриценко

Автор работы
студент группы П-211
_____А.С. Зуев

Нормоконтролер, доцент, к.т.н.
_____Д.В. Астафьев
«____»_____2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Зуев А.С. Разработка и исследование электропривода гоночного болида с учетом тепловых режимов при работе в двигательном режиме с учетом регламента "Формула Студент"». Состоит из пояснительной записки 93 стр. машинописного текста, 17 ил., библиографического списка 18 наим., 18 чертежей формата А4.

В работе проведен анализ требований к конструкции электроболида в регламенте студенческих соревнований «Формула Студент» и рассмотрены тесты, которые должна пройти машина. На основе проведенного аналитического обзора сформулировано техническое задание. Согласно техническому заданию произведен анализ способов охлаждения электропроводов.

Разработана методика теплового расчета и на ее основе выполнен анализ модели выбранного электродвигателя с учетом теплового баланса.

Произведен расчет основных параметров каждого элемента системы охлаждения электропривода.

Проектируемая система охлаждения практически реализована на реальном гоночном электроболиде.

Также была проведена оценка технико-экономических показателей работы и выявлена сумма затрат на конструирование, рассмотрены требования безопасности изложенные в регламенте и нормативных документах.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 10
1 ИСТОРИЯ 11
1.1 Историческая справка о возникновения движения «Формула Студент» 11
1.2 История развития движения «Формула Студент» в России 12
2 ТЕСТЫ СОРЕВНОВАНИЯ 17
3 РЕГЛАМЕНТ СОРЕВНОВАНИЙ 20
4 АНАЛИЗ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ 24
4.1 Охлаждение электрических машин 24
4.2 Воздушное охлаждение электродвигателя 24
4.3 Жидкостное охлаждение 25
5 ИССЛЕДОВАНИЕ И ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 32
5.1 Общее описание и принцип работы вентильного электродвигателя 32
5.2 Определение некоторых параметров токов и момента ВЭД 35
5.3 Разработка методики теплового расчета электродвигателя 37
6 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОБОЛИДА 45
6.1 Расчет теплообменного аппарата для синусного контроллера 45
6.2 Расчет водяного насоса 50
6.3 Расчет радиатора охлаждения 51
6.4 Расчет вентилятора 52
7 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОБОЛИДЕ 55
7.1 Структура системы охлаждения 55
8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 58
8.1 Расчет технико-экономических показателей 58
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 64
9.1 Соответствие проектируемого устройства требованиям безопасности по регламенту соревнований 64

9.2 Соответствие проектируемого устройства требованиям безопасности государственных стандартов 70
9.3 Правила безопасности при проведении монтажно-сборочных работ и работы с электроинструментом..... 72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 75

ВВЕДЕНИЕ

Проект «Formula Electric» в области автомобильной индустрии является частью самого успешного мирового обучающего инженерного проекта «Formula SAE/FormulaStudent ». Соревнования серии FormulaStudent – это зеркало потребностей мировой автомобильной промышленности, которая направлена на подготовку высококвалифицированных кадров и апробацию и инновационных идей.

Цель проекта «Formula Electric»: за 1 год спроектировать и изготовить максимально динамичный, экономичный, малошумный, экологичный и безопасный электроавтомобиль в рамках технического регламента и экономических ограничений.

В рамках проектирования электроболида в дипломном проекте выполняется исследование и проектирование электропривода болида с учетом тепловых режимов.

Целью дипломного проекта является проектирование системы охлаждения электроболида, которая будет обеспечивать необходимый отвод тепла от электропривода.

В рамках поставленной цели требуется решить следующие задачи:

– сбор и анализ информации о соревнованиях «Формула Студент»;

– анализ систем охлаждения электродвигателей ;

– разработка и исследование системы охлаждения электроболида;

– практическая реализация проекта на реальном гоночном болиде;

– расчет технико-экономических показателей;

– анализ вопросов безопасности жизнедеятельности, вопросов экологической безопасности и обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

Объектом дипломного проектирования являются тепловые режимы электропривода.

Предмет – установление закономерностей изменения критериев и параметров, характеризующих тепловые режимы работы тягового электропривода при работе в двигательном режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломной работы было проведено исследование различных способов охлаждения электродвигателя и выбран вентильный электродвигатель номинальной мощностью 10 кВт с жидкостным охлаждением со спиралевидной рубашкой охлаждения.

Рассчитаны элементы системы охлаждения электроболида, а именно: теплообменный аппарат контроллера, водяной электрический насос, радиатор и вентилятор охлаждения, которые не позволят электроприводу превысить рабочую температуру даже при самых тяжелых режимах работы.

Рассчитанная система охлаждения практически реализована на реальном объекте - гоночном электроболиде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 СТО ЮУрГУ 19–2008 Стандарт организации. Выпускная квалификационная научно-исследовательская работа студента. Структура и правила оформления / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, С.Д. Ваулин, В.Р. Гофман. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 29 с.

2 История Формулы SAE – http://www.fs-russia.com/

3 Регламент соревнований «Формула Студент» – http://students.sae.org/cds/formulaseries/electric/

4 Трантер А. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей – С.–П.: Наука, 2001 -283с.

5 Бусыгин Б.П. Электромобили (методы расчёта) – Учеб. Пособие - Москва: МАДИ 1979.-74 с. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т.2/Под. общ ред. И. П. Копылова. - М.: Энергоатомиздат, 1989. -668с.

6 Скотников В.А., Мащенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и рас чета трактора и автомобиля. М.: Агропромиздат, 1986. –383с.

7 .Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Богомазов В.А. Электромобиль: Техника и экономика; Под общ. ред. Щетины В.А. – Л.: Машиностроение, 1987. – 253 с.

8 Лихачёв В.Л. Электродвигатели асинхронные М.: Солон – Р, 2002 – 180с

9 Markus Lindegger. Economic viability, applications and limits of efficient permanent magnet motors.- Switzerland: Swiss Federal Office of Energy, 2009

10 Волков Н.И. Электромашинные устройства автоматики: Учебник для вузов.- М.: Высш. шк., 1986.

11 Ключев, В.И. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учеб. для вузов/ В.И. Ключев, В.М. Терехов. – М.: Энергия, 1980. – 358 с.

12 Захарченко В.Д., Туревский И.С. Я строю автомобиль. Москва: Машиностроение, 1989. — 264 с.

13 Контроллер AZURE DYNAMICS DMOC445. — http://etischer.com/awdev/motor/AC55_DMOC445ProductSheet.pdf

14 Лавру В.С. Источники энергии-М.: Наука и техника, 1997-200с.

15 Варыпаев В.Н. Химические источники тока М.: Высшая школа, 1990 – 180с.

16 Хрусталев Д.А. Аккумуляторы. – М.: Изумруд, 2003. — 224 стр.

17 Верхнеуфалейский завод ОАО «УРАЛЭЛЕМЕНТ» — http://www.elems.ru/index.html

18 Организационно-экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / сост. Заслонов В.Г. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2009. – 97 стр.

19 Манаков, Н.А. Проблемы внедрения компьютерных технологий в образовательный процесс // Н.А. Манаков, Р.С. Вдовин, А.С. Вдовин Технологическое образование (проблемы и перспективы развития): Сб. трудов региональной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2002. - С. 89 - 95.

20 Красильникова, В.А. Разработка и использование электронного пособия для организации учебной деятельности студентов // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2004. – С. 210-216.

21 Micro-Cap - схемотехническое моделирование электронных устройств - http://pro-spo.ru/information-required-to-install/1686-micro-cap

22 Элементальная база и схемотехника устройств силовой электроники

23 http://leg.co.ua/knigi/raznoe/elementnaya-baza-i-shemotehnika-ustroystv-silovoy-elektroniki-5.html

24 Бутырина, П.А. Электротехника: учебное пособие для вузов. – В 3-х книгах. Книга II. Электрические машины. Промышленная электроника. Теория автоматического управления/ П.А. Бутырина, Р.Х. Гафиятуллина, А.Л. Шестакова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 711 с.

25 Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.

26 Полат, Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие для студ. пед. вузов и системы повыш.

квалиф. пед. кадров / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петрова - М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 272 с.

27 Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник для вузов/ Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с.

28 Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink/ И.В Черных- М.: ДМК Пресс; СБб.: Питер, 2008.

29 ГОСТ 12.4.11.-82. Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1982. – 14 с.

30 ГОСТ 12.0.003-80 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 88 с.

31 ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 47 с.

32 Трофимова, С.Н. Методические рекомендации для студентов электротехнических специальностей. Выполнение раздела «Безопасность жизнедеятельности» в дипломном проекте, С.Н. Трофимова. – Ч.: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 30 с.

33 ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 31 с.

34 СНиП 23-03-2003 Защита от шума. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 25 с.

35 СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 21 с.

36 ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 67 с.

37 ГОСТ 654500 Электротехника, электромеханика и электротехнологии. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 32 с.