

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» ИАИ ЮУрГАУ

_____/Н. А. Кузнецов/

«_ _»_ _2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/Рождественский Ю.В./

«_ _»_ _2019 г.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ
ГОНОЧНОГО БОЛИДА С УЧЕТОМ РЕГЛАМЕНТА
«ФОРМУЛА СТУДЕНТ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.04.02.2019.096.00ПЗ ВКР

Научный руководитель,

д.т.н., доцент

_____/А. В. Гриценко/

«_ _»_ _2019 г.

Автор работы

студент группы П-211

_____/Н.А. Дрюк/

«_ _»_ _2019 г.

Нормоконтроль, к.т.н., доцент

_____/Д. В. Астафьев/

«_ _»_ _2019 г.

Челябинск, 2019

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация выполнена Дрюк Н.А. на тему: Разработка и исследование накопителя энергии гоночного болида с учетом регламента «Формула студент», состоит из пояснительной записки 75 стр. машинописного текста, 36 иллюстраций, 12 таблиц и 17 наименований библиографического списка.

В работе проведен аналитический обзор аккумуляторных батарей. Произведен анализ основных методов моделирования математических моделей и обзор существующих математических моделей, их достоинства и недостатки. Выбран тип аккумуляторных батарей для проектирования и метод моделирования математических моделей.

В ходе выполнения работы был произведен расчет аккумуляторной батареи в соответствии с регламентом «Формула студент». Проанализирована и выбрана система управления аккумулятором, а также силовое реле. Разработана общая схема аккумуляторной батареи.

Разработана схема математической модели аккумуляторной батареи. Произведено моделирование, в ходе которого, получены характеристики соответствующие расчетам.

					<i>13.04.02.2019.096.00 ПЗ</i>		
Изм	Лист	№	Подпись	Дата			
Разраб.	Дрюк				<i>Разработка и исследование накопителя энергии гоночного болида с учетом регламента «Формула студент»</i>		
Провер.	Гриценко						
Т. контр.							
Н. контр.	Астафьев						
Утв.	Рождественский						
					Лит.	Лист	Листов
					Д	6	75
					<i>НИУ ЮУрГУ Кафедра «АВТ»</i>		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ОБЗОР НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ	11
1.1 Требования предъявляемые к аккумуляторным батареям	12
1.2 Свинцово-кислотные аккумуляторы	17
1.3 Никель-кадмиевые аккумуляторы	19
1.4 Никель-металл-гидридные аккумуляторы	22
1.5 Литий-ионные аккумуляторы	25
1.6 Литий-полимерные аккумуляторы	27
1.7 Литий-железо-фосфатные аккумуляторы	28
2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	32
2.1. Обзор основных подходов к моделированию АБ	32
2.1.1 Обобщенная структура математических моделей АБ	33
2.1.2 Определение входных и выходных параметров ММ.....	34
2.1.3 Математические модели аккумуляторных батарей	35
2.2 Эквивалентные схемы замещения моделей батарей.....	39
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ	44
3.1 Анализ рынка	44
3.2 Расчет аккумуляторной батареи	47
3.3 Система управления аккумулятором.....	51
3.4 Силовое реле	54
3.5 Общая схема.....	56
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ.....	58
4.1 Описание модели	58
4.2 Построение модели аккумуляторной батареи	66
4.3 Реализация проекта	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	74

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

13.04.02.2019.096.00 ПЗ

В результате выполненных теоретических исследований будет разработана система накопления энергии для гоночного болида с соответствием требованиям регламента.

Целью исследования является разработка высокоэффективной системы накопления энергии тягового электропривода гоночного болида с учетом регламента «Формула студент».

Объектом исследования является система накопления энергии тягового электропривода гоночного болида.

Предмет исследования: определение закономерностей изменения эксплуатационных и режимных параметров тяговой системы болида в зависимости от вида и типа тяговых накопителей электрической энергии.

					<i>13.04.02.2019.096.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						10
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа_</i>	<i>Подпись_</i>	<i>Дата</i>		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе производилась разработка накопителя энергии для электроболида с учетом регламента «Формула студент». В ходе работы был изучен регламент, а также технические требования выдвигаемые для накопителей энергии. Далее был произведен анализ основных типов аккумуляторов и был выбран аккумулятор на основе литий-железо-фосфатной технологии. Который, в отличии от литий-ионного, не взрывоопасен и не вызывает воспламенения при повреждении корпуса.

Производился обзор основных подходов к моделированию аккумуляторной батареи. В ходе которого выбран способ создания математической модели аккумулятора при помощи программного обеспечения Matlab/Simulink.

Произведен анализ рынка литий-железо-фосфатных аккумуляторов. Выбран аккумулятор с призматическим типом корпуса, так как он имеет более удачное конструктивное исполнения для установки и размещения в контейнере. С учетом ограничений регламента выполнен расчет аккумуляторной батареи. Которая состоит из двух контейнеров, в каждом из которых по 4 секции. В секции содержится 6 ячеек. Суммарно используется 48 аккумуляторов EVE LF50-73103. Аккумуляторная батарея имеет максимальный запас энергии равный 8,76 кВт·ч и массу 66,24 кг. Произведен анализ систем управления аккумулятором и силового реле. Выбрана плата BMS\PCM 2-24S в количестве 8 штук, контролирующая каждую ячейку. А также выбрано силовое реле JQX-200-12HD в количестве 4 штук.

Разработана общая схема аккумуляторной батареи. На основе которой реализована математическая модель аккумуляторной батареи. Благодаря данной модели получены характеристики, на основе которых сделаны выводы о верных расчетах.

Выполнены приблизительные расчеты стоимости на реализацию проекта. Стоимость которого составляет 301500 рублей. Представлен материал по сборке накопителей энергии и по компоновке их в болиде.

Проверка на плагиат составила 64,07% оригинального текста.

Руководитель Гриценко А.В.

Студент Дрюк Н.А.

					13.04.02.2019.096.00 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Регламент соревнований «Формула Студент» // <http://students.sae.org/cds/formulaseries/electric/>
2. Курзуков Н. И., Ягнятинский В. М. Аккумуляторные батареи. Краткий справочник. // ООО «Книжное издательство «За рулем», 2008. — 88 с.
3. Кашкаров А.П. Аккумуляторы. Справочное пособие. // РадиоСофт, 2014. — 186с.
4. Козадеров О. А., Введенский А. В. Современные химические источники тока: Учебное пособие. — 2-е изд., // СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 132 с.
5. Сазанов А.Б. Математическое моделирование режимов работы аккумуляторных батарей. // Научно-технический журнал «Техника машиностроения», №2, Москва, 2007.
6. В.И. Строганов, В.Н. Козловский. Моделирование систем электромобилей и автомобилей с комбинированной силовой установкой в процессах проектирования и производства: монография // МАДИ, Москва, 2014. – 264 с.
7. В.И. Строганов. Повышение эксплуатационных характеристик электромобилей и автомобилей с комбинированной. Дисс. к.т.н // МАДИ, Москва, 2014. – 356с.
8. Б.К. ОСПАНБЕКОВ. Повышение энергетической эффективности и эксплуатационных показателей электромобилей. Дисс. к.т.н // МАДИ, Москва, 2017. – 160 с.
9. Литий-ионное будущее: Аккумуляторы нового поколения. // <https://www.popmech.ru/technologies/7766-litij-ionnoe-budushchee-akkumulyatory-novogo-pokoleniya/>
10. Аккумулятор LiFePO4 3.2V, A123 AMP20m1HD-A // <https://www.li-force.ru/shop/view/litij-zelezo-fosfatnyj-akkumulator-a123-amp20m1hd-a-20000-mac>

					<i>13.04.02.2019.096.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

