

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Сәтбаев Университеті

Институт Металлургии и промышленной инженерии

УДК 621.355

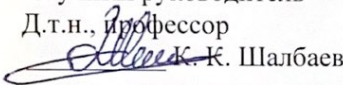
На правах рукописи

Ли Мария Валентиновна

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ


На соискание академической степени магистра

Название диссертации Современное состояние электромобилей и пути улучшения его характеристик и дизайна
Направление подготовки M104– Транспорт, транспортная техника и технологии

Научный руководитель
Д.т.н., профессор
 К. Шалбаев

" 21 " 06 2021г.

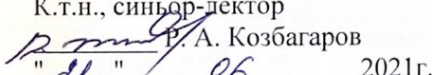
Рецензент

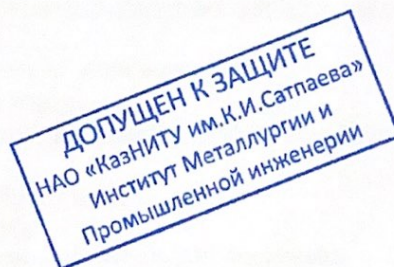
К.т.н., асоц. профессор
 М. Н. Есенгалиев



2021г.

Нормоконтроль

К.т.н., сынбор-лектор
 Р. А. Козбагаров
" 21 " 06 2021г.



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Технологические машины, транспорт и логистика»

К.т.н., доцент
 К. К. Елемесов

" 22 " 06 2021г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Сәтбаев Университеті

Институт Металлургии и промышленной инженерии
Кафедра «Технологические машины, транспорт и логистика»

М104 – Транспорт, транспортная техника и технологии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Технологические
машины, транспорт и логистика»

К.т.н., доцент



К. К. Елемесов

“ 22 ” 06 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Ли Марии Валентиновне

Тема: Современное состояние электромобилей и пути улучшения его характеристик и дизайна

Утверждена приказом Ректора Университета №435 от "03" декабря 2019г.

Срок сдачи законченной диссертации "20" мая 2021г.

Исходные данные к магистерской диссертации: типы аккумуляторных батарей, научно-технические учебники и статьи

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Анализ основных проблем литий-ионных аккумуляторов
- б) Сравнительный анализ литий-ионной и твердотельной батарей. Рентабельность твердотельной батареи
- в) вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда
- г) расчет экономической эффективности разработки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- а) Презентация по теме диссертационной работы, состоит из 16 слайдов
- б)

Рекомендуемая основная литература:

Например:

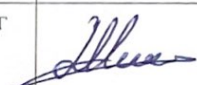



- 1 Каневский Л.С., Деградация литий-ионного аккумулятора и методы борьбы с ней/ Л.С. Каневский В.С. Дубасова // Электрохимия. – 2005
- 2 Борисевич А.В. Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния // Современная техника и технологии. 2014.
- 3 Armand, M. & Tarascon, J.M., 2008. Building better batteries.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Общие сведения. Работа с литературой	24.02.2020г	
Специальная часть. Сравнительный анализ и расчет	24.12.2020г	
Заключительная часть. Подведение итогов исследования	14.04.2021г	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общие сведения. Работа с литературой	Шалбаев К. К., доктор технических наук, профессор	15.04.2020г	
Специальная часть. Сравнительный анализ и расчет	Шалбаев К. К., доктор технических наук, профессор	24.12.2020г	
Заключительная часть. Подведение итогов исследования	Шалбаев К. К., доктор технических наук, профессор	14.04.2021г	
Нормоконтролер	Козбагаров Р.А., кандидат технических наук, доцент	20.05.2021г	

Научный руководитель



Шалбаев К. К.

Задание принял к исполнению обучающийся

Ли М.В.

Дата

" 21 " 06 2021г.

АННОТАЦИЯ

В диссертационном исследовании представлено современное состояние электромобилей и их источников питания, а также рассмотрен промышленный дизайн.

В рамках магистерской диссертации приведен подробный анализ основных характеристик литий-ионной батареи, установлены причины процесса деградации аккумулятора и пути устранения данной проблемы. Исходя из этого, значительная часть магистерской диссертации посвящена сравнительному анализу структуры литиевой и твердотельной батарей, с целью повышения эксплуатационной эффективности электромобиля, применив метод численной оптимизации.

АҢДАТПА

Диссертациялық зерттеуде электромобильдердің және олардың қуат көздерінің қазіргі жағдайы, сонымен қатар өнеркәсіптік дизайн қарастырылған.

Магистрлік диссертация аясында литий-иондық батареяның негізгі сипаттамаларына егжей-тегжейлі талдау жасалды, батареяның тозу процесінің себептері және осы мәселені шешу жолдары анықталды. Осыған сүйене отырып, магистрлік диссертацияның едәуір бөлігі сандық оңтайландыру әдісін қолдана отырып, электромобильдің жұмыс тиімділігін арттыру мақсатында литий және қатты күйдегі батареялардың құрылымын салыстырмалы талдауға арналған.

ANNOTATION

The dissertation research presents the current state of electric vehicles and their power sources, as well as industrial design.

Within the framework of the master's thesis, a detailed analysis of the main characteristics of a lithium-ion battery is given, the causes of the battery degradation process and ways to eliminate this problem are established. Based on this, a significant part of the master's thesis is devoted to the comparative analysis of the structure of lithium and solid-state batteries, in order to improve the operational efficiency of an electric car, using the method of numerical optimization.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	10
1	Технологическое развитие электромобилей	
1.1	Электромобили. Этапы развития	12
1.2	Экологические аспекты	16
1.3	Ситуация в сфере автомобильного производства. Внедрение новых технологий в автомобилестроении	19
1.4	Текущая технология моторов для электрического автомобиля	25
1.5	Проблемы кибербезопасности электромобилей	27
1.6	Проблема потребительского спроса. Факторы, влияющие на спрос электромобилей	28
1.7	Перспективы развития в области производства электромобилей	31
	Выводы по первой главе	
2	Источники электрической энергии электротранспорта. Эффективные источники энергии, используемые в электромобиле	
2.1	Свинцово - кислотный аккумулятор	36
2.2	Никель - кадмиевый аккумулятор	39
2.3	Никель – металл - гидридный аккумулятор	42
2.4	Литий - ионный аккумулятор	47
	Выводы по второй главе	
3	Сравнительный анализ литий-ионной батареи и твердотельной батареи	
3.1	Деградация литий-ионной аккумуляторной батареи	54
3.2	Оптимизация конструкции одной ячейки литий-ионной батареи	54
3.3	Сравнение структур литий ионной батареи и твердотельной батареи	60
3.4	Чувствительность при оптимальных условиях	62
3.5	Толщина и пористость электрода	63
3.6	Проводимость и диффузионность	66
3.7	Практическая оптимизация батареи	69
	Выводы по третьей главе	71
4	Разработка дизайна электромобиля, ориентированного на дизайн автомобиля	
4.1	Предпосылки к переменам в дизайне электромобиля	71
4.2	Методы исследования	73
4.3	Дизайн электромобиля	74
4.4	Особенности дизайна	76
4.5	Перемены в дизайне автомобилей. Влияние на электрические автомобили	
4.6	Анализ будущего направления формирования электромобилей	77
	Заключение	80
	Список использованной литературы	81

ВВЕДЕНИЕ

Причина, по которой распространение электромобилей неуклонно расширяется даже при низких ценах на нефть, — это экологическая политика стран по всему миру.

Несмотря на снижение экономических выгод из-за падения цен на нефть, недостаточной инфраструктуры зарядки и длительного времени зарядки, ожидается, что рынок электромобилей и зарядного оборудования для электромобилей будет продолжать расти в соответствии с жесткой политикой правительств стран. Среди них большая часть соотношения поставок в США, Европе и Китае составляет около 84% от общего числа.

Электромобили (ЭВ) повышают энергоэффективность и не требуют прямого сжигания топлива. Кроме того, использование электроэнергии, самого разнообразного энергоносителя, способствует достижению различных целей, связанных с транспортом. К ним относятся повышение энергетической безопасности. 16 стран, включая США, Великобританию, Францию, Китай и Японию, активно продвигают электромобили, создав форум лидеров для инициативы «Электронные транспортные средства».

Источником энергии в электромобиле является аккумуляторная батарея. Литий-ионный аккумулятор считается наиболее предпочтительным, однако плотность энергии не высока. Существуют значительные возможности для совершенствования конструкций аккумуляторных батарей и систем электромобилей.

Цель работы:

1) Определение возможностей повышения эксплуатационной эффективности электромобиля

2) Сравнительное исследование литий-ионной и твердотельной батареи

Задачи, которые решаются в данной работе:

1) Анализ основных проблем литий-ионной аккумуляторной батареи

2) Определить причины деградации аккумуляторов

3) Формирование модели, определяющей процесс в аккумуляторной батарее, с целью автоматизации конструкции ячейки

4) Определить влияние переменных на плотность энергии и производительность

5) Применение метода численной оптимизации на одной ячейке аккумуляторной батареи

Научная новизна работы:

1) Разработана математическая модель, определяющая зависимость плотности энергии от переменных

2) Сравнительная оценка литий-ионной и твердотельной батарей

При написании диссертации были использованы следующие методы:

1) Теоретический (метод классификации) – для определения истоков и развития электромобилестроения

2) Общелогический (сравнительный метод) – для детального изучения аккумуляторных батарей, их элементов и анализа недостатков и преимуществ

Практическая значимость данной диссертационной работы заключается в разработке теоретических рекомендаций по повышению эксплуатационной эффективности электромобиля.

По теме диссертации опубликовано 2 научных статьи

1. Технологическое развитие электромобилей

1.1 Электромобили. Этапы развития

Электромобили в первый раз были замечены в 19 веке и оставались легитимной кандидатурой бензиновому двигателю внутреннего сгорания вплоть до 1920-х годов, когда последний сокрушил оппонентов и правил дорогами оставшеюся часть XX века.

Не обращая внимания на бесчисленные выдающиеся качества электромобиля, он все равно оставался в проигрыше из-за слабой батареи, которая была слишком тяжелой и хранила мало энергии (Armand&Tarascon 2008). В данном разделе описаны исторические этапы развития электромобилей и их типы.

В то время как ранние модели электромобилей появились еще в 1830-х годах, электромобили в собственном смысле не могли быть разработаны до тех пор, пока не была создана подходящая технология батарей. Это произошло в 1859 году, когда французский физик Гастон Плантаб разработал первую свинцово-кислотную батарею. В 1881 году соотечественник Камиль Фор разработал более эффективную и надежную конструкцию с большей производительностью, которую можно было бы производить в промышленных масштабах. Эти прорывы в технологии аккумуляторных батарей, несомненно, ответственны за прокладку пути для электромобилей.

Первый цикл электропривода, состоящий из двухколесного автомобиля, был продемонстрирован в 1867 году на всемирной выставке в Париже. Франция и Великобритания вскоре стали первыми приверженцами электромобилей, в то время как другие европейские страны последовали их примеру намного позднее. Только в конце 1800-х годов американцы проявили интерес к электрическому транспорту. Первый электромобиль дебютировал в Соединенных Штатах в 1891 году в Де-Мойне, штат Айова. Уильям Моррисон спроектировал шестиместный фургон, способный развивать скорость до 14 миль в час. Интерес возрос, когда А. Л. Райкер представил электрические трехколесные велосипеды в США в 1895 году. К тому времени европейцы уже более пятнадцати лет осваивали электротранспорт. В 1897 году электромобили были коммерциализированы в США, когда электрические перевозки и Вагонная компания Филадельфии построила парк электрических такси для Нью-Йорка.

Когда они стали коммерчески доступными, электромобили превзошли все другие типы транспортных средств, оказавшись наиболее предпочтительным видом транспорта. По сравнению со своим бензиновым аналогом электромобиль не имел вибрации, шума или запаха, а также не требовал ручного усилия для запуска и переключения передач. Паровые машины также были неудобны, так как у них был меньший радиус действия, прежде чем требовалась вода, и время запуска могло занять до 45 минут в холодный день. Мало того, что они были просты в эксплуатации и удобны в

обслуживании, электромобили также имели превосходство, когда дело доходило до производительности. На самом деле в ту эпоху они установили множество рекордов скорости и расстояния. В 1899 году Камилле Дженатзи удалось преодолеть барьер скорости в 100 километров в час (62 мили в час) на своем электромобиле в форме ракеты. Фердинанд Полноприводный электромобиль Porsche также установил несколько рекордов. Транспортные средства, производимые в то время, были в основном сложными, громоздкими экипажами, предназначенными для богатых. В то время как базовые электромобили стоили менее 1000 долларов в 1900 долларах (около 26 000 долларов сегодня), с дорогими материалы и причудливые интерьеры, ценники на электромобили в среднем составляли 3000 долларов (около 78 000 долларов сегодня) к 1910 году. В этот период также было представлено много гибридных моделей. Первая гибридная модель, Mixte, была разработана Фердинандом Порше в 1900 году и представлена год спустя на Парижском автосалоне. Автомобиль мог проехать почти 40 миль на одной батарее, прежде чем использовать бензиновый двигатель Daimler для расширения своей дальности. Гибридные автобусы также были замечены в Англии в 1901 и гибридные автомобили соревновались в гонках в Новой Англии в 1902 году. Еще один бензиновый гибридный автомобиль был предложен в 1917 году чикагской компанией Woods Motor Vehicle Company.

Однако, гибрид оказался коммерческим провалом из-за очень низких скоростей и высокой сложности обслуживания.

Электромобили пользовались огромным успехом, и производство достигло пика в 1912 году. Вскоре после этого некогда почитаемый автомобиль начал поддаваться росту бензинового автомобиля.

Генри Форд произвел революцию в автомобильной промышленности, представив Model T в 1908 году, первый автомобиль внутреннего сгорания, выпущенный серийно. Несмотря на то, что первый двигатель внутреннего сгорания был разработан еще в 1867 году Николаем Отто, первоначальные бензиновые автомобили были дорогими, неприятными в управлении и трудными в обслуживании. Путем эффективной разработки на сборочных линиях Ford смог добиться низких производственных затрат и позволил бензиновому автомобилю агрессивно конкурировать со своим электрическим аналогом. В то время электрический родстер продавался за 1750 долларов (около 39 000 долларов), бензиновый автомобиль был оценен в 650 долларов (15 000 долларов), и его цена ежегодно падала, в 1916 году цена упала до 360 долларов (около 7200 долларов сегодня). К 1920-м годам дорожная система Соединенных Штатов была гораздо более развитой, соединяя отдаленные города и, таким образом, требуя транспортных средств большей дальности. Электромобили были непригодны для вождения в сельской местности, требующее подзарядки каждые 18 миль или около того, в процессе, который занимал от двух до трех часов. Это было не только громоздко, но и дорого. При ставке 15 долларов за перезарядку стоимость эксплуатации автомобиля составляла примерно 83 цента за милю, по сравнению с менее чем 2 центами за милю для бензиновых автомобилей. Открытие больших запасов нефти в

Техасе и Калифорнии сделало бензин доступным, а бензиновые автомобили - более дешевыми в эксплуатации.

1971 год был интересным годом для электромобиля, в течение которого Лунный Ровер стал первым пилотируемым кораблем, который был запущен на Луну. Транспортное средство было разработано компаниями Boeing и Delco Electronics.

1970 - е годы были беспокойными для нефтяной промышленности. В связи с двумя масштабными энергетическими кризисами и нестабильным рынком нефти возник большой интерес к более эффективному транспорту и альтернативным видам топлива. Люди начали экспериментировать с гибридными транспортными средствами. В 1974 году Виктор Вук, известный как "Крестный отец гибрида", модернизировал Buick Skylark 1972 года с гибридной трансмиссией для Федеральной программы стимулирования чистых автомобилей 1970 года. Концепция, которая была протестирована и доказала свою эффективность, была отклонена Агентством по охране окружающей среды (Гибридные автомобили 2006). Дэвид Артурс был еще одним изобретателем, совершившим прорыв в области гибридных технологий. Создатель системы рекуперативного торможения, он переоборудовал Opel GT в 1978 году превратился во впечатляющий гибрид, который демонстрировал топливную экономичность 75 миль на галлон. В 1980 году Бриггс и Стрэттон разработали "Гибрид", бензиново-электрический гибридный автомобиль, работающий на двухцилиндровом двигателе и большой свинцово-кислотной батарее. Audi представила экспериментальный подключаемый гибрид в 1989 году, Audi Duo, который мог работать как в бензиновом, так и в электрическом режиме. В 1990-е годы автопроизводители предпринимали многочисленные усилия по разработке электромобилей, руководствуясь федеральной политикой и политикой штатов. Калифорнийский совет по воздушным ресурсам (CARB) инициировал в 1990 году движение в сторону транспортных средств с нулевым уровнем выбросов.

Chrysler предложил TEVan, Ford-пикап Ranger EV, General Motors пикапы EV 1 и S10 EV, Honda-хэтчбек EV Plus, Nissan-минивагон Altra EV и Toyota-RAV4 EV. General Motors представила пресловутый EV1 в 1996. Автомобиль был полностью электрическим двухместным, с массивной свинцово-кислотной батареей весом 1175 фунтов и дальностью действия 70 миль. Он был предоставлен в рамках необычного условия, в соответствии с которым автомобили должны были быть возвращены GM в конце срока аренды без возможности покупки. К 1999 году все автомобили были изъяты и уничтожены их производителем, а некоторые были деактивированы и переданы в дар музеям и инженерным школам. Позже Большая тройка подала в Федеральный суд на CARB, что в конечном итоге привело к отзыву мандата на транспортные средства с нулевым уровнем выбросов. Усилия по разработке электромобилей впоследствии были полностью прекращены. Считается, что программа "Партнерство для нового поколения транспортных средств" (PNGV), инициированная администрацией

Клинтон в 1993 году, отвечает за разработку гибридных транспортных средств. В сотрудничестве между Chrysler, Ford, General Motors и

Министерством энергетики целью программы PNGV была разработка прототипов транспортных средств с трехкратным улучшением экономии топлива, или что составляло 80 миль на галлон. Большая тройка быстро согласилась с тем, что дизельные гибриды будут предпочтительной технологией.

Японские производители, встревоженные переворотом 1993 года, быстро приступили к работе. В 1997 году Toyota запустила Prius, свою собственную гибридную версию, в Японии, а затем Honda, которая представила Insight на японском и американском рынках в 1999 году. Insight был первым гибридом, который был продан в США после гибрида Вудса 1917 года. Toyota последовала этому примеру в следующем году, представив улучшенную версию своего Prius на рынке США. В то время как все автопроизводители Детройта имели гибридные прототипы к началу 2000 года (Sperling & Gordon 2009), ни один из них не был запущен в производство.

Гибридная технология, основанная на никель-металлгидридных батареях, заняла некоторое время, чтобы завоевать американский рынок, и в 2000 году было продано менее 10 000 автомобилей. К 2003 году это число подскочило до чуть менее 50 000 человек. В 2004 году Toyota провела значительно улучшенную модернизацию, которая в конечном итоге оказалась огромным успехом на рынке. Продажи Prius удвоились в том году до почти 30 000 автомобилей и почти удвоились еще раз в 2005 году, достигнув 54 000 автомобилей (Программа автомобильных технологий Министерства энергетики США 2010). Позже в том же десятилетии, когда цены на нефть достигли небывалых максимумов, интерес к электромобилям возобновился. Tesla Motors представила родстер в 2008 году, двухместный автомобиль с 450-килограммовым аккумулятором и дальностью полета 220 миль. Этот высокопроизводительный автомобиль был первым, кто использовал литий-ионные аккумуляторы, очень похожие на те, которые используются в ноутбуках. Еще одним пионером в этой отрасли является китайский производитель аккумуляторов и автомобилей BYD, который запустил F3DM, первый серийный гибридный автомобиль в мире, в 2008 году и полностью электрический седан в 2009 году.

В то время как все бензиновые автомобили работают на двигателе внутреннего сгорания и аналогичной трансмиссии, электромобили могут быть сконфигурированы по-разному и, как правило, различаются по степени их электрификации. По сути, все электромобили состоят из электродвигателя и аккумулятора. Однако степень электрификации и конфигурация двигательной установки порождают широкий спектр моделей. Это мягкий гибрид, полный гибрид, подключаемый гибрид и полностью электрический автомобиль. Все модели, перечисленные выше, за исключением полностью электрического автомобиля объедините двигатель внутреннего сгорания с электродвигателем/генератором. Мягкий гибрид содержит небольшой электродвигатель и аккумулятор, которые обеспечивают функцию запуска-

остановки, регенеративное разрушение и помощь в ускорении. Полный гибрид оснащен большим двигателем и батареей, обеспечивающими те же функции, что и мягкий гибрид, в дополнение к тому, что автомобиль может работать на чистой электрической энергии на низких скоростях. Подключаемый гибридный электромобиль — это, по сути, полный гибрид с большей батареей, которую можно заряжать электричеством из электросети. Большая батарея обеспечивает расширенную дальность вождения в чистом электрическом режиме, даже на более высоких скоростях. Как только аккумулятор полностью разряжен, автомобиль может либо работать на меньшем двигателе внутреннего сгорания, как обычный автомобиль, либо использовать двигатель для зарядки аккумулятора и расширения дальности вождения. Полностью электрический автомобиль полагается исключительно на электропривод. Его производительность, как правило, ограничивается размером аккумулятора, который определяет максимальную дальность вождения.

1.2 Экологические аспекты

Первый международный саммит по экологическим вопросам состоялся в Стокгольме в 1972 году. Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде человека заложила основы глобального экологического сотрудничества и управления между странами. В результате этой конференции была учреждена Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде. В 1987 году международное соглашение под названием Монреальский протокол касалось контроля за выбросами, наносящими ущерб озону. Это соглашение считается самым успешным международным договором по экологическим вопросам с 196 подписавшими его странами. Это привело к сокращению на 95% количества техногенных вредных веществ, и, по прогнозам, ущерб, нанесенный озону, может быть восстановлен к концу 21 века. Ущерб, нанесенный озону, был обнаружен в 1970-х годах, и поэтому потребуется почти 100 лет, чтобы он восстановился. Это подчеркивает, насколько длительны и серьезны текущие проблемы, связанные с выбросами парниковых газов, которые могут сохраняться даже после принятия мер по сокращению.

Преемником международной конференции 1972 года стала Конференция ООН по Окружающей среде и развитию, или «Саммит земли», как его стали называть. Состоялся саммит в 1992 году в Рио-де-Жанейро. В нем приняли участие 172 государства, в том числе 108 глав государств. Основной темой конференции была окружающая среда и устойчивое развитие. Результатом этой конференции стала Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций по изменению климата (РКИК ООН). В этом договоре была поставлена цель контролировать уровни парникового газа в атмосфере, чтобы ограничить вмешательство человека в климат. Договор полностью вступил в силу после ратификации Россией протокола в ноябре

2005 года. К концу 2009 года соглашение ратифицировали 187 стран. США его не ратифицировали.

С 1995 года РКИК ООН проводит ежегодную Конференцию Сторон (КС) договора 1992 года. Места проведения совещания КС различаются, и именно по названию принимающего города часто известны достигнутые соглашения, такие как Киотский протокол 1997 года (КС) или самое последнее Копенгагенское соглашение с совещания КС 15 в 2009 году. Поскольку обязательные соглашения в рамках Киотского протокола не распространяются на период после 2012 года, была выражена надежда, что КС 15 приведет к заключению нового договора на смену Киотскому. Никакого нового юридически обязывающего соглашения не было достигнуто. Страны-участницы подписали Копенгагенское соглашение, в котором перечислен ряд целей и обязательств. Одна из главных целей состоит в том, чтобы ограничить повышение средней глобальной температуры на 2°C выше температуры доиндустриальной эпохи.

Евро союз был на передовой по борьбе с изменением климата и одним из первых подписал Киотский протокол. ЕС приложил большие усилия для достижения целевых показателей, требуемых от него в соответствии с этим соглашением, поскольку он является одним из крупнейших источников выбросов парниковых газов в мире. Усилия ЕС по борьбе с изменением климата привели к широкому спектру новых стратегий и программ в таких важных секторах, как энергетика и транспорт.

Для сокращения выбросов от автомобилей в 1995 году ЕС принял трехэтапную стратегию. В рамках этого в 1998/1999 годах было достигнуто добровольное соглашение с европейскими, корейскими и японскими автопроизводителями, на долю которых приходится 95% продаж автомобилей, что они ограничат выбросы CO₂ до 140 г CO₂/км к 2012 году. В дополнение к этому для сокращения выбросов CO₂ использовалась Директива по маркировке автомобилей CO₂/car (1999/94/ЕС) для улучшения информации о потребителях и фискальных мер по продвижению эффективных автомобилей. В июне 2000 года была создана схема для мониторинга выбросов CO₂ от новых автомобилей. Общий целевой показатель выбросов для трех шагов было 120g CO₂ /км к 2012 году. В 2001 году ЕС принял Директиву (2001/77/ЕС) о поощрении использования энергии из возобновляемых источников. Директива 2003 года о поощрении использования биотоплива и топлива из возобновляемых источников энергии на транспорте (2003/30/ЕС) требовала, чтобы к 2010 году 5,75% транспортного топлива в государствах-членах производилось из биотоплива.

В апреле 2009 года было принято новое законодательство (Постановление 443/2009), устанавливающее законные ограничения выбросов CO₂ для новых легковых автомобилей, поскольку производители не выполняли целевые показатели, несмотря на достигнутый прогресс. Была поставлена новая цель-130g CO₂/km к 2012 году для 65% парка, а к 2015 году-100% парка. Это новое Регулирование заменило предыдущее добровольное соглашение и схему мониторинга выбросов, упомянутую ранее. Еще одна

цель-95 г CO₂/km был установлен на 2020 год. Предлагается также принять дополнительное законодательство, устанавливающее новые ограничения для легкого транспортного средства. Было показано, что сопротивление качению шин составляет до 30% выбросов CO₂ для типичного автомобиля. Новые Правила конструкции шин (ЕС №661/2009) были введены для повышения топливной эффективности в этой области. Маркировка шин, Регламент ЕС № 1222/2009, также направлена на повышение топливной эффективности путем предоставления потребителям более подробной информации. В 2005 году ЕС начал Систему торговли выбросами парниковых газов (ВТГ) в соответствии с Директивой 2003/87/ЕС. ETS является еще одной важной политикой ЕС в области борьбы с изменением климата и достижение целевых показателей сокращения, требуемых в соответствии с Киотским протоколом. Это установило схему торговли кредитами на выбросы CO₂ между основными промышленными секторами, выделяющими парниковый газ, в государствах-членах. Не все отрасли промышленности включены в схему. С тех пор эта схема была пересмотрена в соответствии с Решением 2009/29/ЕС о совместном использовании усилий. Секторы, которые не подпадают под ВТГ, такие как транспорт, должны достичь среднего сокращения выбросов на 10% к 2020 году. Однако этот целевой показатель для несекторальных секторов отличается в каждой стране в диапазоне от -20% (например, Ирландия) до +20% для Болгарии

Директива о чистых транспортных средствах (2009/33/ЕС) направлена на расширение использования более экологически чистых и эффективных дорожных транспортных средств. Она требует, чтобы государственные органы учитывали пожизненное использование, включая выбросы, в процессе закупок новых транспортных средств. Существует также обширное дополнительное законодательство, касающееся шумового загрязнения, качества воздуха и выбросов газообразных и твердых частиц из двигателей внутреннего сгорания. ЕС поставил амбициозные цели по дальнейшему сокращению выбросов и повышению энергоэффективности. Цели, которые он поставил, известны как "цели 20-20-20". Возобновляемые источники энергии ЕС Директива (2009/28/ЕС) требует сокращения выбросов парниковых газов на 20% по сравнению с уровнем 1990 года, потребления энергии из возобновляемых источников на 20% и сокращения потребления первичной энергии на 20% за счет повышения эффективности. Эта новая директива также требует, чтобы для 10% транспортного сектора энергия поступала из возобновляемых источников.

Наиболее преобразующим воздействием в электроэнергетической системе, которым обладают электромобили, является их способность содействовать интеграции ВИЭ в существующую энергосистему. Модели, которые оценивают синергию между возобновляемыми источниками энергии, как правило, ветром, и ЭМ, как правило, измеряют объем возобновляемых мощностей, которые могут поддерживать ЭМ, или последствия, которые принятие ЭМ оказывает на производительность системы и в электросети, в дополнение к значительной доле возобновляемой генерации.

Популярность электромобилей возросла из-за растущей обеспокоенности воздействием выбросов парниковых газов на окружающую среду. Глобальное потепление все еще ставится под сомнение, но все больше людей во всем мире постепенно воспринимают его как реальную проблему. Некоторые предположили, что леса и океаны поглощают токсичные выбросы так же быстро, как они производятся. Однако Соединенные Штаты Агентство по охране окружающей среды (АПООС) опубликовало отчет в январе 2017 года, доказывающий, что этот аргумент является ложным. Другие утверждают, что глобальное потепление является естественным планетарным процессом, и АПООС (2017) соглашается с тем, что глобальное потепление — это процесс, который поддерживает на Земле приемлемую температуру. Тем не менее, избыток выбросов вызвал повышение температуры на 1,5° по Фаренгейту за последнее столетие, что вызывает большую озабоченность, учитывая, что ледниковый период был всего на 5-9 градусов холоднее, чем сегодняшний климат. Увеличение выбросов связано с ростом населения и увеличением производства и потребления энергии и транспорта. С 1990 по 2012 год, всего за 22 года, объем выбросов парниковых газов увеличился на 41% на международном уровне (Samimi & Zarinabadi, 2012). Если рост выбросов будет продолжаться с такой экспоненциальной скоростью, в ближайшие столетия придется иметь дело с еще более высоким повышением температуры и более интенсивными последствиями глобального изменения климата. Соединенные Штаты составляют 4,5% населения мира, но используют 19,2% всей мировой энергии; это второй по величине потребитель энергии в мире, сразу после Китая (Aslani & Wong, 2013). Многие небольшие страны предприняли усилия по сокращению своих выбросов и производству энергии с помощью возобновляемых технологий, но даже если бы 100% производимой энергии было "зеленым", их влияние было бы намного меньше, чем если бы крупные потребители энергии сократили большую часть производимой энергии.

Когда электромобиль работает на электричестве, он не выделяет выхлопных газов (также известных как прямые). Если оценивать только по этому фактору, ЭМ намного более экологичны, чем обычные автомобили с бензиновым двигателем, представленные сегодня на рынке.

Однако при оценке экологичности электромобиля также необходимо учитывать такие выбросы, как парниковые газы и загрязнители воздуха, которые выделяются для производства и распределения энергии, используемой для питания автомобиля. Производство электроэнергии приводит к различному количеству выбросов в зависимости от ресурса.

Все электромобили выбрасывают в среднем около 4450 фунтов эквивалента CO₂ каждый год. Для сравнения, обычные бензиновые автомобили будут выбрасывать более чем в два раза больше в год. Количество выбросов, за которые отвечает электромобиль, в значительной степени зависит от географического района и источников энергии, наиболее часто используемых для производства электроэнергии.

1.3 Ситуация в сфере автомобильного производства. Внедрение новых технологий в автомобилестроении

Автомобильная промышленность в настоящее время имеет самые большие изменения с аналогичной точки зрения. Автомобильная промышленность способствует экономическому развитию страны, поэтому она широко признана в качестве крупного сектора экономики. Автомобильная промышленность состоит из множества компаний, специализирующихся на производстве автомобилей, а также компаний, занимающихся маркетингом и дистрибуцией автомобильной продукции, такой как автомобили, автобусы, фургоны, грузовики, мотоциклы, мопеды и моторизованные велосипеды. Мировая автомобильная промышленность включает в себя несколько крупных блоков производителей автомобилей, которые сотрудничают с поставщиками на глобальном уровне. Несколько внутренних и внешних факторов, включая политическое и социальное давление из-за четвертой промышленной революции и изменения климата, а также усиление международных торговых конфликтов и протекционистской политики, а также недавнюю катастрофу Короны, призывают к фундаментальным изменениям в автомобильной промышленности. Действительно, в автомобильной промышленности происходят огромные изменения, невиданные до сих пор во всех сферах.

Перемены могут привести к кризису или же стать возможностью. Результаты варьируются в зависимости от того, как мы реагируем на изменения. После первой промышленной революции произошли кардинальные изменения в сфере машиностроения вплоть до четвертой промышленной революции. В настоящее время не все находятся в кризисе. Если бы это было так, то не было бы никакого исторического развития человечества. Многие страны и компании, которые сделали изменения возможностью с разумной стратегией реагирования во времена перемен, и они привели к новому развитию и росту в будущем. Новые предшественники появляются во времена перемен.

В период с 2005 по 2017 годы объем производства легковых автомобилей вырос на 50%, с 63 до 93 миллионов в год. После этого темпы роста экономики также снижаются, но производство продолжает расти, допускается, произвести около 1,04 млн к 2030 году.

Промышленность ожидает, что в течение следующих 40 лет, различные типы автомобилей будут смешаны и заменены естественно экологически чистые автомобили. Однако недостатки электромобилей снижаются, а скорость поставок увеличивается.

Внедрение новейших технологий дало толчок в развитии современного автомобильного производства. Первостепенны проблемы, охватывающие комплексные параметры автотранспорта. Важными составляющими являются – электропривод, управление авто при помощи электроприборов, а также хранение энергии. На данный момент, предполагается оптимизация таких

автомобильных частей, как трансмиссия, нововведения в дизайн и материал кузова и тд. Внедрение новых комплексных технологических решений станет настоящих технологическим прорывом в автомобилестроении.

Одна из важнейших проблем в развитии современного автопроизводства – это оценка качества и надежности выпускаемых единиц. Несмотря на вековой опыт, необходим новый подход к процессу оценки и отслеживания погрешностей. А именно, необходимо создание нового комплекса инструментов в проектировании и производстве автомобилей и электромобилей, в частности. Что обеспечит адекватный требуемый уровень качества и надежности автотранспортных единиц.

Для реализации данной задачи, началом послужит введение новейших методик и технологий в проектировании и производстве уже известных схем традиционного авто. Однако, стоит учитывать изменения в инфраструктуре современного мира, с новыми требованиями по эксплуатационной эффективности автотранспорта.

Время глобализации может стать преимуществом для интеграции с известными компаниями, ушедшими вперед с передовыми технологиями в проектировании и производстве. Интеграция поможет модернизировать производственную базу, уже имеющую стандартизованную основу в производстве.

В перспективе современного мира, переход от авто с ДВС к электромобилям, а далее к полностью экологичным электромобилям. Причинами к такому переходу могут служить:

- Обширная исследовательская база
- Поддержка в реализации ведущими странами мира
- С расширением сферы технологий, получит развитие рынок авто потребителей

В следующие годы, новые технологии станут приоритетными в области машиностроения. Несмотря на это, доминирующими технологии не станут, так как для автопроизводителей кардинальные изменения – это огромный риск. Будет нелегко отказаться от технологий, которые прошли вековое тестирование.

Несмотря на огромный исторический опыт в проектировании и производстве автомобилей, мы находимся на ранней стадии технологического развития.

Инновация самого производственного процесса, т.е. насколько улучшение процесса повлияет на бизнес-цели, — это способность поставщиков разрабатывать и предоставлять более умные и легкие машины, которые можно перемещать на производственной линии и легко применять для других платформ и задач. Это зависит от новых технологий. Например, лазерная сварка является очень важным фактором в области снижения веса транспортного средства и может снизить массу транспорта до 22%. Кроме того, с его помощью можно сваривать детали, изготовленные из самых разных форм и материалов. Что касается производства силовых агрегатов, не только блоки двигателя заменяются алюминием в течение

многих лет, но производители уже ищут новые материалы, такие как чугун с компактным графитом. BMW, например, разработала блок двигателя из магниево-алюминиевого композитного материала в Ландсхуте.

За счет внедрения технологии обработки пластика, которая может производиться серийно, и технологии обработки, которая может быть прецизионной, передовых технологий формования, таких как форма, близкая к чистой, которая снижает потребление энергии за счет уменьшения объема обработки на заключительной стадии обработки, а также потери материала благодаря этому (Достижение нулевых материальных потерь) стало очень важным фактором в процессе производства экологически чистых автомобилей и обсуждается как часть основных стратегических факторов компаний. В настоящее время основное внимание уделяется не только сокращению использования материалов, но и количеству операций, необходимых для производственного компонента. В Европе, например, коленчатый вал делает в среднем 15 шагов, тогда как в Китае он должен пройти 25 шагов. Рост затрат на рабочую силу также способствует автоматизации производства на развивающихся рынках, что требует использования оборудования с параллельной кинематикой для обеспечения высокой гибкости интеллектуальных сборочных линий.

Производители оригинального оборудования (original equipment manufacturer) должны также учитывать социально-политические рыночные факторы при повторном применении своих производственных процессов в будущем. Frost & Sullivan считает, что эти общие факторы скорректируют будущую стратегию и внесут изменения в четырех областях: автомобилестроение, комплектующие, производственные процессы и производственные технологии.

Передовые методы производства, такие как прецизионное производство, машинное зрение и интеллектуальные роботы, — это только методология OEM-производителей, стремящихся к цифровым фабрикам, и «вершина айсберга» будущего. Будущее фабрики изменится в более устойчивой и инновационной форме. Появятся новые тенденции, например: умные облака, промышленная кибербезопасность и корпоративная экосистема. Облачные вычисления, которые являются гибкими и настраиваемыми через облако в любое время и в любом месте, будут соответствовать потребностям конкретных предприятий в производственной отрасли. Кибертерроризм может стать потенциальным риском для безопасности производства в будущем и может привести к снижению производительности и интеллектуальной собственности. Планирование ресурсов предприятия (ERP), Управление жизненным циклом продукта (PLM) и Система управления производством (MES) интегрированы и обеспечивают значительную оптимизацию жизненного цикла продукта, что очень важно в автомобилестроении.

BMW Group восьмой год подряд занимает первое место в мировой автомобильной индустрии по индексу устойчивости Доу-Джонса (DJSI). DJSI — это метод оценки, разработанный Dow Jones и SAM, мировым лидером в

области оценки управления устойчивым развитием. Он всесторонне оценивает этические аспекты, такие как экологические показатели и ценность, а также финансовые и социальные показатели. Как первая автомобильная компания, назначившая в 1973 году специалиста по охране окружающей среды, все члены нынешнего совета директоров работают над целями и стратегиями управления устойчивым развитием через Совет по устойчивому развитию.

Недавно BMW Group получила наивысший балл (99 баллов из 100) во всех областях проекта Carbon Disclosure Project (CDP) и была названа в «Global 500 Leadership». Это наивысший балл не только для автомобильных компаний, но и для всех компаний по всему миру.

В будущем самой передовой технологией по управлению электромобилем и любым другим автомобилем, станет использование искусственного интеллекта. Данное нововведение будет не только управлять электрооборудованием, но также упростит аппаратное управление. ИИ экономит время на обслуживание за счет проверки качества и интеллектуального анализа данных. Это нововведение снимает нагрузку с оператора и повышает эффективность.

На автомобильных заводах искусственный интеллект (ИИ) расширяет возможности его использования в различных процессах и может быть легко интегрирован в производственные процессы, а интеллектуальные технологии анализа данных и измерения объединены, чтобы открыть новые возможности для повышения эффективности производства автомобилей. На заводе BMW в Мюнхене на изготовление одного автомобиля уходит около 30 часов. За это время каждая машина производит огромное количество данных. Благодаря искусственному интеллекту и интеллектуальному анализу данных эти данные могут использоваться для интеллектуального управления и анализа производства, что еще больше упрощает производственный процесс и помогает обеспечить высочайшее качество для всех клиентов. Благодаря этому сотрудникам не приходится выполнять однообразные и повторяющиеся задачи. Как и во всех нововведениях, ключевым фактором является эффективность. Варианты искусственного интеллекта и интеллектуального анализа данных в настоящее время тестируются в различных процессах на заводе BMW в Мюнхене. Модель AI уже была применена к некоторым процессам, для которых были проверены процесс и функция пресса. В процессе прессования стальной лист превращается в более чем 30 000 частей тела в день. С 2019 года каждому бланку был присвоен лазерный код, позволяющий четко идентифицировать тело в целом. Этот код можно выбрать в системе «iQ Press». Система анализирует и записывает отдельные данные о материалах и технологических процессах, такие как толщина металлов и слоев, температура и скорость пресса. Эти данные, загружаемые в облако в режиме реального времени, мгновенно и полностью доступны для производственных групп, чтобы иметь более четкое представление о производственном процессе. Данные прессы iQ - важный инструмент для них. Например, при контроле качества нет необходимости подробно проверять каждую часть тела, и отбираются только те, которые

требуют действий. AI дает возможность выявлять повторяющиеся шаблоны в процессе на основе собранных данных и поддерживает непрерывную оптимизацию процесса. Таким образом, пресс iQ не только повышает эффективность производственной системы, но также помогает еще больше увеличить почасовую производительность процесса прессования. Кроме того, кузовной робот оснащен в общей сложности более 600 сварочными клещами. Если вам придется заменить щипцы неожиданно, это может занять много времени и дорого. Кроме того, до многих роботов трудно добраться, поэтому разборка и замена клещей может занять несколько часов. Состояние этих щипцов было обнаружено человеческим глазом. Однако в последние месяцы специалисты по техническому обслуживанию на заводе в Мюнхене трижды за смену измерили уровень трения и установили датчик на каждом зажиме для обнаружения аномалий. И данные, которые они генерируют, постоянно оцениваются ИИ, прогнозируя потенциальные сбои системы.

Теперь процесс контролируется круглосуточно, что позволяет ИИ определять, требуются ли работы по техническому обслуживанию. Это позволяет более эффективно выполнять планы замены и планировать время простоя технологического процесса. В частности, пыль в малярном цехе, несмотря на систему очистки, заставляет частицы пыли прилипать к кузову, когда кузов движется к линии окраски. Хотя человеческий глаз не видит, частицы могут повлиять на качество лакокрасочного покрытия. До сих пор такие потенциальные дефекты не обнаруживались в процессе окраски, а выявлялись только при осмотре поверхности после завершения процесса, требующего доработки. Он снова полностью проходит процесс покраски. Однако все системы окраски теперь включают датчики, которые могут измерять уровень пыли и прогнозировать качество краски. Вы можете быстро узнать, когда переменные среды неверны либо внутри фабрики красок, либо в буферной области. За последние несколько месяцев дополнительные специальные датчики, разработанные на заводе в Мюнхене, измеряли уровень запыленности частей тела в начале процесса покраски перед и позади роликов для перьев страуса эму. Если концентрация пыли слишком высока, корпус пропускается через линию окраски как есть и отправляется обратно в процесс очистки. Большинство проектов AI ориентированы в первую очередь на автоматическое распознавание изображений. Здесь модель AI используется для оценки изображения компонента и сравнения его в миллисекундах с сотнями других изображений в той же последовательности. Затем система выявляет нестандартные детали, например, неуместные, установленные или отсутствующие детали. На заводе в Мюнхене производственная группа непосредственно визуально определяет, правильно ли установлены предохранительные штативы, крышки стеклоочистителей и дверные пороги на каждом автомобиле, чтобы предупредить об опасности. Например, ИИ избавляет оператора от монотонных задач, таких как обеспечение того, чтобы штатив безопасности для транспортного средства был размещен в правильном

положении в багажнике. Теперь это делается камерой и самообучающимся программным обеспечением, которое может сравнивать изображения с камеры в реальном времени с сотнями сохраненных изображений за миллисекунды и обнаруживать стандартные отклонения. Кроме того, даже при наличии небольших пузырьков воздуха в пленке дверного порога было много случаев, когда существующие ворота камеры не могли проверить правильность установки дверного порога. Однако теперь ИИ может быстро определить, все ли на месте, например расстояние, угол и т. Д., Используя мобильные устройства для сканирования каждой части изображения одну за другой по очереди и даже определения труднодоступных частей.

Утверждается, что эти алгоритмы резко сократили время разработки некоторых процессов BMW, автономных транспортных систем и нейронных сетей для роботов. Кроме того, нейронная сеть обнаруживает отклонения от целевого состояния, сравнивая живые изображения производства и логистики независимо с базой данных изображений. Платформа также предоставляет элементы инновационного программного обеспечения для маркировки цифровых изображений, которое доказало свою эффективность во многих приложениях искусственного интеллекта, с поддержкой, позволяющей вывести программное обеспечение искусственного интеллекта на новый уровень развития.

Таким образом, BMW расширяет использование приложений искусственного интеллекта (AI) в своих производственных и производственных процессах. Новые технологии, такие как AI, а также автономный робот AI, автономный транспорт AI и дополненная реальность (AR) были применены к каждому процессу, и ситуация в поле отражалась в реальном времени, чтобы способствовать повышению производительности. Это технология ближайшего будущего, которая выходит за рамки простого внедрения технологии и ищет устойчивые и наиболее идеальные решения. Между тем, у BMW около 1800 поставщиков в более чем 4000 мест по всему миру, и более 31 миллиона запчастей поставляются на 30 производственных предприятий BMW в каждом регионе мира каждый день. Кроме того, благодаря цифровизации и инновациям производство и логистика становятся более гибкими и эффективными, а около 10 000 автомобилей ежедневно доставляются клиентам по всему миру на производственной линии. Он основан на так называемом решении BMW по «подключенному распределению» «Цифровая доставка».

1.4 Текущая технология моторов для электрического автомобиля

Tesla произвела самые высокопроизводительные электромобили в мире, установив мощные высокоэффективные асинхронные двигатели в модели S и модели X EVs. Асинхронный двигатель Теслы применил технологию пайки медных стержней вместо литья под давлением алюминия к ротору, чтобы уменьшить потери и обеспечить эффективность охлаждения через канал

водяного охлаждения статора и ротора для увеличения выходной плотности. В целом, приводной двигатель для электромобилей пытается установить объем двигателя с точки зрения эффективности, но в случае Tesla вместо увеличения мощности он был разработан с точки зрения максимизации производительности охлаждения, а не объема. GM установил синхронный двигатель с постоянным магнитом на силовой агрегат Voltec второго поколения Voltec и применил обмотку статора к каждой технологии намотки шпильки линии движения, чтобы максимизировать скорость капель и повысить эффективность. Кроме того, за счет применения воздушного барьера удалось снизить крутящий момент зацепления и уменьшить нагрузку на железную руку.

В Японии гибридный автомобиль Toyota Prius первого поколения был серийно выпущен во второй половине 1997 года, что стало началом разработки экологически чистых автомобилей, а гибридный автомобиль Honda Insight также был серийно выпущен в 1999 году. В Японии сосредоточена технология гибридных электромобилей, а не чистых электромобилей. Как чистый электромобиль, в 2010 году японский электромобиль Nissan "Leaf" был выпущен в качестве первого серийного электромобиля, и на сегодняшний день он достиг показателей продаж, эквивалентных 50% мирового рынка электромобилей.

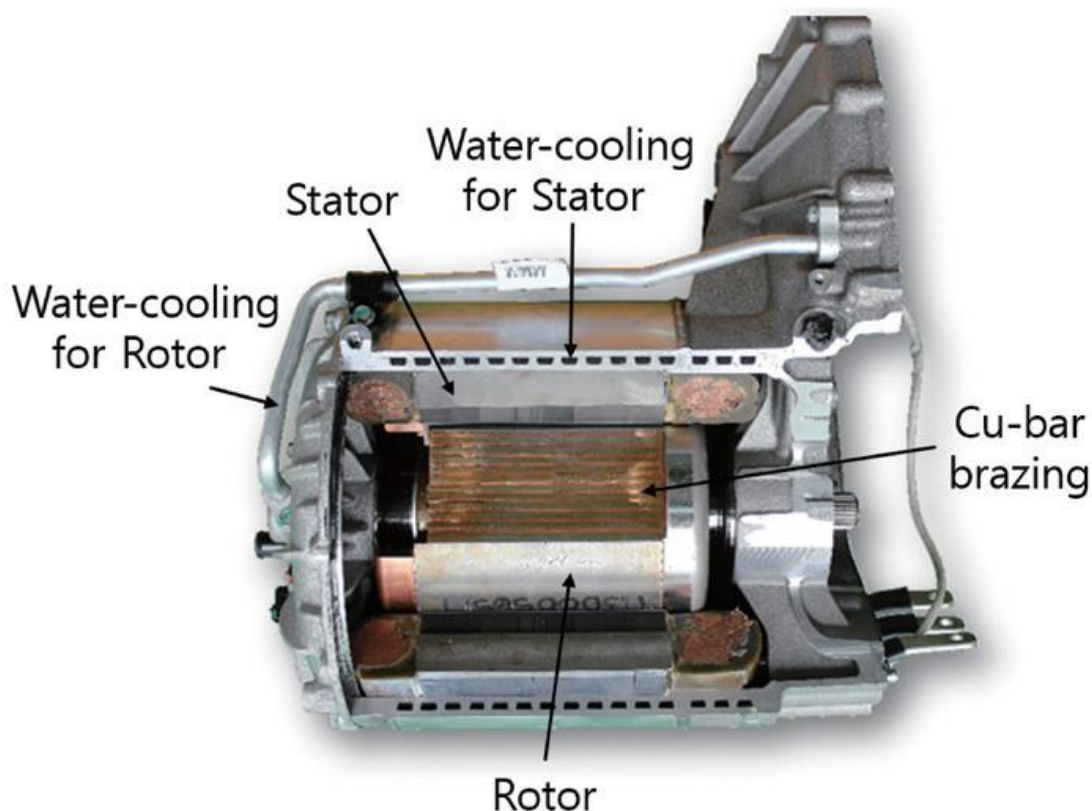


Рисунок 1.1 - Приводной Двигатель Tesla Model S (Асинхронный Двигатель)

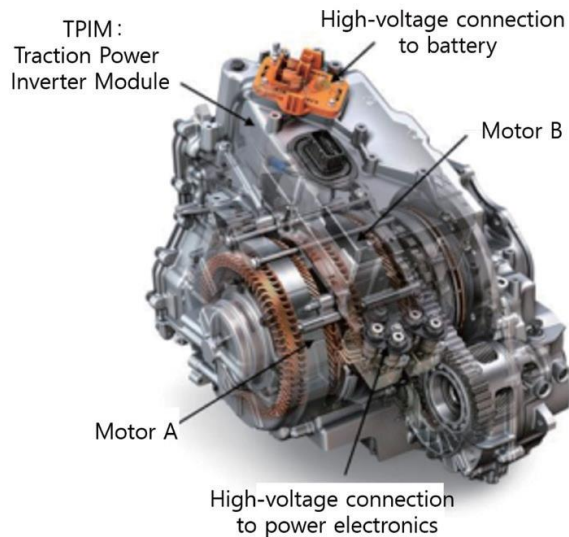


Рисунок 1.2 - Приводной двигатель GM Volt-II (IPMSM/Катушка)

BMW оснастила недавно разработанный гибридный синхронный двигатель (HSM) моделью i3 2014 года. Что касается двигателя, то его можно рассматривать как модифицированный встроенный синхронный двигатель с постоянными магнитами и улучшенными характеристиками за счет размещения двух слоев постоянных магнитов в роторе и эффективной конструкции воздушного барьера. Volkswagen также выпустил электромобиль e-Golf с BMW i3, и двигатель спроектирован почти так же, как и HSM. Для Renault, Fluence Z. E. Когда электромобиль был запущен, он был оснащен синхронным двигателем с обмоткой (WFSM), который не использует постоянные магниты. В случае IPMSM с использованием редкоземельных постоянных магнитов это дорого, а характеристики управления на высокой скорости плохие, но в случае WFSM магнитное поле ротора может управляться током, что выгодно для высокоскоростного управления. Однако существует также недостаток, заключающийся в том, что снижается как плотность производства, так и эффективность.

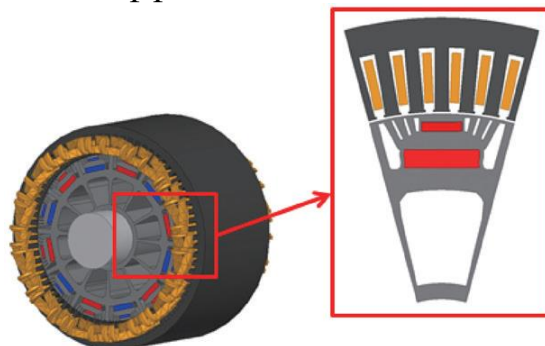


Рисунок 1.3 - Приводной двигатель BMW i3 и форма ротора (IPMSM)

В 2009 году первый гибридный автомобиль в Корее, гибрид LPi Avante, был разработан Hyundai Motor, а в 2011 году Sonata HEV и K5 HEV обеспечили технологию массового производства электромобилей. В настоящее время Soul

EV и Ionic EV продемонстрировали миру массовое производство и технологию чистых аккумуляторных электромобилей с использованием двигателей IPMSM мощностью 80 кВт. Кроме того, Ssangyong Motor разрабатывает Tivoli EV.

1.5 Проблемы кибербезопасности автомобилей

В последние годы во всем мире производится и продается все больше подключенных автомобилей, и хакеры могут использовать потенциальные уязвимости, которые могут возникнуть внутри и снаружи этих автомобилей. Многочисленные бортовые системы, включая информационно-развлекательные, телематические и блоки управления двигателем (ЭБУ), могут быть точками входа для вредоносных атак. Кроме того, по мере того как подключенные автомобили используют все более сложное программное обеспечение для обеспечения расширенных функций, вероятность проникновения вредоносного кода в тормозные системы и рулевые системы подключенных автомобилей также возрастает, что приводит к травмам.

Программа кибербезопасности Keysight Automotive объединяет оборудование, программное обеспечение и услуги, необходимые для обеспечения безопасности транспортных средств для производителей транспортных средств и основных поставщиков, учитывает масштаб и сложность быстро меняющихся технологий, сокращает время выхода на рынок и дополняет внутреннюю деятельность по кибербезопасности между производителями и основными поставщиками.

Автомобильная кибербезопасность должна быть частью разработки продукта с самого начала, включая весь жизненный цикл разработки и процесс послепродажного обслуживания. Для удовлетворения этих потребностей Keysight предоставляет комплексное решение, включающее аппаратное обеспечение, которое подключается к DUT через все соответствующие интерфейсы focus(например, Wi-Fi, мобильная связь, Bluetooth и тд.), и программное обеспечение, которое имитирует атаки, сообщает об уязвимостях и предоставляет рекомендуемые действия.

Чтобы обеспечить упреждающее предотвращение, Keysight также предоставляет услуги подписки для развивающихся баз данных угроз. Эта служба подписки содержит примеры последних атак безопасности, тактики предотвращения и активных вредоносных программ. Служба также включает в себя частые выпуски прикладных протоколов, такие как непрерывные обновления и улучшения программного обеспечения.

Зигфрид Гросс, вице-президент и генеральный директор Keysight Automotive and Energy Solutions, сказал: “В то время как транспортные средства в значительной степени полагаются на подключение и программное обеспечение для повышения удобства, они также подвергаются большему риску потенциальных атак на возникающие киберугрозы, которые все больше развиваются”, и “эта новая программа позволяет производителям автомобилей

и основным поставщикам определять, внедрять и разворачивать непрерывный, общеорганизационный подход к тестированию потенциальных уязвимостей для повышения безопасности транспортных средств.”

1.6 Проблема потребительского спроса. Факторы, влияющие на спрос электромобилей

Электромобили - единственная альтернатива автомобильной промышленности. В настоящее время автомобильная промышленность не сталкивается с альтернативой, кроме электромобилей, в связи с ускорением международных усилий по защите климата, усилением осведомленности потребителей об окружающей среде и ростом цен на нефть, что означает конец традиционной эры автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, использующими бензин и дизельное топливо, и начало революции.

Ожидается, что в будущем электромобили радикально изменят связанные с автомобилестроением технологии и промышленную структуру, не только заменят двигатель внутреннего сгорания существующих автомобилей электродвигателями и оснастят аккумуляторы вместо топливных баков, но и станут изобретением совершенно нового автомобиля.

По мере того, как производство и распространение электромобилей станет полноценным, около 50% существующих продуктов, связанных с автомобилями, будут потеряны, а традиционные автомобильные детали (например, устройство впрыска дизельного топлива Bosch, мощный двигатель BMW, трансмиссионное устройство ZF, выхлопное устройство Eberspaecher и т.д.), которые в настоящее время сильны в Германии, исчезнут в ближайшие несколько десятилетий. По мере нашего расширения происходит перераспределение ресурсов между традиционными автомобилями и электромобилями, и тенденция к электромобилям уже становится необратимой.

Готовая автомобильная промышленность и индустрия автомобильных запчастей уже тратят миллионы евро каждый день, чтобы стимулировать разработку и производство электромобилей, что приводит к перераспределению ресурсов, которое сокращает инвестиции в существующий автомобильный сектор.

Точно так же, как механические пишущие машинки были заменены ноутбуками и смартфонами через 20-30 лет, необходимы новые стратегии и инфраструктура, чтобы справиться с быстрой технологической, промышленной и межгосударственной реорганизацией после наступления новой эры электромобилей.

"Wirtschaftswoche" разработала Индекс электромобилей (EVI), сопоставимый прогнозный показатель между странами, в ответ на немецкое отделение McKinsey, глобальной консалтинговой фирмы, чтобы спрогнозировать долю регистрации новых автомобилей электромобилей в

каждой стране и помочь разработать национальную политику поддержки и стратегии продвижения бизнеса в отрасли.

EVI оценивает в общей сложности девять позиций с различными весами, принимая во внимание факторы спроса и предложения на электромобили в каждой стране, и представляет прогноз уровня занятости электромобилей на 2020 год для каждой страны

В будущем McKinsey будет обновлять индекс EVI каждый квартал, принимая во внимание поддержку электромобилей каждой страной.

Поскольку электромобили все еще находятся на ранних стадиях с точки зрения спроса и предложения, соответствующий рынок не сформировался в полном объеме, и доля от общего числа новых зарегистрированных транспортных средств электромобилей составляет менее 0,1% (по состоянию на 2009 год распространённость электромобилей)

Из-за отсутствия выпуска электромобилей основными готовыми автомобилями в мире не только меньше коммерчески доступных автомобилей, но и конкурентоспособность электромобилей с точки зрения производительности (особенно пробега) и цены все еще невелика

В Дании стимул к покупке 33% от цены нового автомобиля, такой как освобождение от регистрационного налога при покупке электромобилей, является самым высоким в мире по состоянию на 2009 год, а доля регистрации новых автомобилей составляет всего 0,074%

По состоянию на 2009 год в США, где было продано 2412 электромобилей, больше всего в мире, также предусмотрены такие удобства, как внедрение системы бесплатной парковки для электромобилей, но на рынке доступен только один автомобиль Tesla Roadster с долей регистрации нового автомобиля 0,023%

В Португалии на рынке нет электромобилей на самом высоком уровне в мире, наряду с Соединенными Штатами, с точки зрения удобства, а именно парковки и специализированных полос для электромобилей

Тем не менее, основные готовые транспортные средства в мире начнут выпускать электромобили в течение нескольких лет с этого года, и ожидается, что условия спроса и предложения на электромобили будут постепенно улучшаться по мере того, как будут визуализироваться активные усилия правительств каждой страны по поддержке и созданию спроса.

Вслед за существующим родстером Tesla в Соединенных Штатах, Think City в Норвегии и I-MiEV в Mitsubishi в Японии, Volt от Chevrolet в Соединенных Штатах и iOn от Peugeot во Франции будут доступны на рынке в этом году, а в 2011 году три модели (Twizy Z. E., Fluence Z. E., Kangoo Z.E.In В 2012 году в ближайшие 3-4 года будет выпущено более 30 новых автомобилей, в том числе Audi e-tron в Германии, Chrysler 200C EV в США и Fiat 500 EV в Италии

Соединенные Штаты инвестируют более 22 миллиардов евро в исследования и разработки электромобилей и расширение инфраструктуры в течение следующих пяти лет, чтобы активно поддерживать разработку и

производство электромобилей, а Китай и Франция инвестируют около 3,4 миллиарда евро и 2,2 миллиарда евро соответственно.

В результате через пять лет Япония и США будут производить более 200 000 электромобилей в год, а доля электромобилей в автомобильном производстве, как ожидается, превысит 2%

В частности, при замене существующих бензиновых автомобилей электромобилями снижение эксплуатационных расходов на транспортные средства в настоящее время составляет более 50% в большинстве стран и 89% в Южной Корее, что является самым высоким уровнем в мире.

В настоящее время стоимость зарядки электромобилей составляет около 1-3 евро за 100 км, но в будущем производительность и экономия топлива электромобилей улучшатся, превысив экономию топлива существующих автомобилей, что приведет к относительно более низким эксплуатационным расходам и продолжающемуся росту цен на нефть.

Учитывая вышеуказанные факторы, ожидается, что Соединенные Штаты достигнут самого высокого уровня в 38% и возглавят мировой рынок электромобилей.

Соединенные Штаты будут осуществлять масштабную программу поддержки электромобилей в размере 22 миллиардов евро в течение следующих пяти лет, что в семь раз больше, чем в Китае, и примерно в 36 раз больше, чем в Германии, в соответствии с сильной политической волей правительства стратегически развивать электромобили.

Кроме того, ожидается, что Франция повысит уровень проникновения мирового класса после Соединенных Штатов из-за агрессивной политики правительства в области образования, такой как группа Renault-Nissan и Peugeot Citroën(PAS), а также агрессивной стратегии электромобилей в автомобильной промышленности и оплаты помощи в покупке

С другой стороны, в Германии экологическая осведомленность потребителей и технологические инновации в автомобильной промышленности относительно низки из-за высокого уровня потребления электроэнергии. Условия продаж относительно плохи, из-за слабой поддержки производства(около 600 миллионов евро, только 3% от доли США)

Дания имеет отличные условия со стороны спроса и в настоящее время имеет самый высокий в мире уровень проникновения, но из-за самых высоких в мире затрат на электроэнергию(0,27 евро/кВт * ч, что примерно в четыре раза больше, чем в Казахстане) экономия эксплуатационных расходов (около 56%) является низкой по сравнению с другими странами, а также отсутствие готовых автомобилей в ее стране, конкурентоспособность сектора электромобилей, как ожидается, останется на среднем уровне.

1.7 Перспективы развития в области производства электромобилей

Страны по всему миру развивают интенсивную конкуренцию на рынке электромобилей. Электромобили удовлетворяют как экономичностью, так и

экологичностью, и поскольку они оказывают сильное влияние на другие отрасли, правительство и автомобильные компании работают над созданием новых рынков, чтобы обеспечить соответствующие технологии и стандарты.

Внедрение электромобилей и меры поддержки в каждой стране снижают стоимость батарей на первоначальном этапе, и аккумуляторная промышленность ведет себя к сокращению затрат быстрыми темпами за счет достижения экономии. В Соединенных Штатах, Японии и Китае правительство уже продает от 10 000 до 20 000 электромобилей в год, обеспечивая агрессивное строительство инфраструктуры, а также субсидии и налоговые льготы. [43]

США объявляли о введении 1 миллиона автомобилей к 2015 году, первого в мире, и внедрили систему помощи в покупке до 7500 долларов за автомобиль для потребителей, которые покупают электромобили, включая подключаемые гибридные автомобили, к 2015 году.

Япония поддержала поставку 500 000 электромобилей к 2020 году и субсидии в размере 1390 000 иен (около 5,5 миллионов тенге) на каждый автомобиль.

Китай, который стоит за бензиновой автомобильной промышленностью, объявил, что вложит 15 миллиардов долларов в разработку чистых электромобилей к 2020 году, пропустив этап экологически чистых автомобилей, таких как гибридные автомобили.

В Австралии коммерческий электромобиль под названием "Электрон", основанный на "Клике" Hyundai, начал выпускаться в 2008 году и экспортируется в Новую Зеландию.

В Канаде Британская Колумбия в настоящее время имеет законную лицензию на эксплуатацию электромобилей, и в настоящее время разрабатываются планы по разрешению эксплуатации электромобилей на автомагистралях в Квебеке. Nissan и GM также продавали электромобили в Канаде в США в 2010 году [44].

В Соединенных Штатах с конца 1980-х годов использование электромобилей поощрялось с помощью таких средств, как налоговые льготы. В 2000-х годах правительство принимало непосредственное участие в разработке электромобилей, а Министерство энергетики предоставило производителям 8 миллиардов долларов при поддержке Ford, Nissan, Tesla и других.

Цель состоит в том, чтобы поставить 10 000 автомобилей и предоставить покупателям налоговый кредит в размере 7500 долларов США. Калифорнийская комиссия по воздушным ресурсам (CARB) активно поощряет распространение электромобилей на том основании, что они не выделяют сажи. С 2003 года автомобили с нулевым уровнем выбросов (ZEV) были обязательными для продажи, и более процента экологически чистых транспортных средств, таких как электромобили, гибридные автомобили и бензиновые автомобили с сверхнизким уровнем выбросов, были проданы в соответствии с количеством автомобилей, проданных компанией.

Из-за этой политики Nissan и GM запустили коммерческие электромобили в Калифорнии, "Лист" и "Болт", в 2010 году.

В Европе группа Renault лидирует в сегменте электромобилей по странам. В Ирландии группа Renault продвигает бизнес электромобилей, а Португалия также продвигает бизнес электромобилей, основанный на зарядных станциях. В мае 2011 года канцлер Меркель объявила о планах довести количество электромобилей в Германии до миллиона к 2020 году. В качестве возможности для электромобилей освободиться от нефти и сократить выбросы парниковых газов Германия надеется возглавить рынок спроса и предложения на электромобили и планирует увеличить его до 6 миллионов единиц к 2030 году. Но политики, представители соответствующих отраслей и потребителей, эксперты и т. Д.

Немецкий форум электромобилей (NPE), который участвовал в этом, выразил мнение, что без поддержки казначейства эту цель было трудно достичь [45].

Япония лидирует на рынке гибридных автомобилей в конкурсе на разработку экологически чистых автомобилей и объявила об "Автомобильной стратегии следующего поколения 2010", направленной на снижение риска технологического развития экологически чистых автомобилей. К 2020 году мы планируем увеличить темпы поставок новых электромобилей до 15-20%, а уровень проникновения - до 20-30% к 2030 году, и мы планируем систематически поддерживать шесть стратегий развития автомобилей следующего поколения.

Япония инвестирует в инфраструктуру зарядки правительствами и компаниями, основанную на передовых технологиях электромобилей. С 2009 года при поддержке правительства мы провели демонстрационный проект, сопровождаемый обслуживанием инфраструктуры местными органами власти, и мы оказали поддержку частным компаниям в автономной эксплуатации зарядной инфраструктуры в рамках подготовки к полному периоду поставок. В качестве инфраструктурной стратегии поддерживается планируемая и централизованная инфраструктура машины подготовки рынка с целью распространения 2 миллионов общих зарядных устройств и 5000 быстрых зарядных устройств, а реализация полномасштабной машины поставки заключается в создании коллекции чистых электромобилей (EVS) и подключаемых гибридных автомобилей (PHEV) с лучшими практиками и связью с частным сектором.

С другой стороны, возглавляемая Японией стратегическая международная стандартизация пытается продвигать "Международную стандартизацию методов оценки производительности и безопасности батарей", "Международную стандартизацию разъемов и систем зарядки", "Укрепление системы обзора стандартизации для гражданского сотрудничества" и "Обучение талантов в области стандартизации".

В настоящее время Китай является крупнейшим в мире источником выбросов парниковых газов с серьезным загрязнением окружающей среды, и на долю углекислого газа, выбрасываемого транспортными средствами,

приходится 10% от общего объема выбросов углекислого газа. Внешняя зависимость усилилась, и ожидается, что зависимость от импорта нефти превысит 60% к 2020 году с 42,9% в 2007 году, что усилит влияние международных поставок сырой нефти и изменений цен на китайскую экономику. Поэтому развитие электромобилей необходимо в ответ на углубление загрязнения окружающей среды и отсутствие безопасности в поставках нефтяных ресурсов и на стратегическом уровне развития автомобильной промышленности. В 2010 году Китай произвел более 18 миллионов автомобилей и стал крупнейшим в мире производителем автомобилей.

Китайские бренды сосредоточены на недорогих легких и небольших автомобилях, а ключевым сектором автозапчастей является электромобиль "Синий автомобиль", который заимствован из Парижа за рубежом [46].

С другой стороны, электромобили в равной степени находятся на стартовой линии, технологический разрыв с развитыми странами невелик, и ожидается, что в будущем рынок будет быстро расти, что позволит индустрии электромобилей взять инициативу в свои руки. Кроме того, быстрая урбанизация продвинулась в соответствии с экономическим развитием, между городами стало меньше использования автомобилей, более короткие поездки на работу и сосредоточенное население, что создает хорошие условия для оживления рынка электромобилей. Кроме того, технология производства аккумуляторов, которая является ключевой частью электромобилей, также является первоклассной, а богатые запасы редкоземельных элементов, необходимые для производства аккумуляторов, являются весьма конкурентоспособными с точки зрения затрат. Вольт GM, продаваемый в Соединенных Штатах, оценивается в 40 000 долларов по сравнению с китайской ценой продажи F3DM, электромобиля, продаваемого BYD в Китае, в 150 000 юаней (2,2 миллиона долларов). Из-за роста Китая, крупнейшего в мире автомобильного спроса, эра электромобилей откроется быстрее, чем ожидалось, и Китай, скорее всего, займет лидирующие позиции в области электромобилей. Если посмотреть на политику китайского правительства по поддержке электромобилей, то с начала 2000-х годов оно проявляет интерес к технологиям, связанным с электромобилями, и способствует развитию технологий, выбирая их в качестве одного из крупных проектов в стране. За 10 лет в разработку технологий, связанных с электромобилями, было инвестировано около 2 миллиардов юаней (2,9 миллиарда долларов) средств. Китайское правительство официально использует термин "транспортные средства на возобновляемых источниках энергии", который в основном относится к электромобилям. В дополнение к развитию технологий мы уже оказываем поддержку в распространении, и с 2009 года мы провели демонстрационные проекты в более чем 20 городах, уделяя особое внимание государственному сектору. С 2010 года пять городов, включая Шанхай, Чанчунь, Шэнь Чжэнь, Ханчжоу и Хэбэй, также субсидировали покупку электромобилей населением. В дополнение к 60 000 юаней в виде субсидий центрального правительства, выставочный город Шэнь, где находится BYD,

поддерживает в общей сложности 120 000 юаней на покупку электромобилей, включая 60 000 юаней в виде муниципальных субсидий. Цена электромобиля BYD e6 составляет около 300 000 юаней, который субсидируется на 120 000 юаней и продается за 180 000 юаней [47].

В мае 2010 года китайское правительство объявило о "Плане испытаний для поддержки электромобилей", чтобы оказать поддержку покупателям чистых электромобилей и поручить крупным компаниям по производству электрооборудования создать зарядные станции по всему Китаю. В 2010 году Государственный совет представил "План энергосбережения и новой энергетической автомобильной промышленности", который будет реализован с 2011 по 2020 год, в котором электромобили и гибридные автомобили были определены как новые энергетические автомобили, а электромобили были выбраны в качестве следующего поколения китайской индустрии развития. Чтобы оживить использование электромобилей, планировали инвестировать 100 миллиардов юаней к 2020 году в стратегическое развитие будущего автомобильного сектора, а именно в сферу зарядной инфраструктуры.

Зарядные устройства расширяются в городах, которые проводят демонстрационные проекты общего снабжения для оси, и энергетические компании также разрабатывают и реализуют общенациональный ряд планов снабжения зарядных станций. На шоссе между Пекином и Тенцзинем планируется построить десять зарядных устройств [49].

Выводы по главе

Рассматривая темпы развития в автомобильной промышленности, можно выделить следующие, оказывающие наибольшее влияние на развитие, факторы:

- экологические аспекты, требующие внимания к количеству выбросов
- конкуренция на рынке автопроизводителей
- ограниченность энергоносителей
- постоянный рост уровня технологий в области автомобилестроения
- стремительный рост развития транспорта и его технической базы
- обеспечение достаточного уровня качества и надежности электромобилей

Опираясь на вышеизложенные факты, необходимо развивать транспортную промышленность в направлении электромобильного автопроизводства, соответствующего экологическим требованиям. Электромобили уже нашли широкое применение, и занимают особое место в больших бизнес моделях. Наибольший отклик данный тип авто наблюдается в западных странах. Казахстан в этом плане намного отстает.

В настоящее время, активно внедряются новые технологические решения, обеспечивающие рост эффективности транспорта с использованием электротехнических технологий. Использование новых материалов в производстве, расширение технической базы сервисного обслуживания, увеличение зарядных и ремонтных станций, оптимизация транспортных

потоков внутри государства. Например, запуск на маршрутах города Алматы электробусов (номер маршрута 206).

Несмотря на позитивный прогноз, имеют место существенные проблемы, связанные с процессом проектирования, эксплуатационной эффективностью и производством. Согласно статистике роста эксплуатационной составляющей, решением из вышеупомянутых проблем станет курс на обеспечение качества и надежности соответствующих автомобильных комплексов и сервисное обслуживание.

Соответственно, актуальна задача по разработке специализированных научно утвержденных инструментов обеспечения надежности в области проектирования и производства

ЭВ вносят значительный вклад в энергосбережение, сокращение выбросов CO₂ и энергетическую безопасность за счет высокой экономии топлива и различных источников электроэнергии. Благодаря этим особенностям он обладает высоким потенциалом для развития, поскольку ему выгодно достигать целей политики, связанных с транспортом и выбросами.

Электромобили оказывают большое экономическое влияние. По всему миру было продано более 14 миллионов гибридных электромобилей (HEV) и более 3 миллионов PHEV, и ожидается, что продажи продолжат расти в будущем.

По мере увеличения объема продаж электромобилей спрос на батареи также будет увеличиваться, и необходимо снизить производственные затраты и увеличить производство за счет разработки технологии батарей и вторичного использования.

2. Источники электрической энергии электротранспорта. Эффективные источники энергии, используемые в автомобиле.

2.1 Свинцово кислотный аккумулятор

В основе свинцово-кислотной батареи свинец и серная кислота. Данная батарея является вторичной, то есть перезаряжаемой батареей. Свинцово-кислотные батареи были изобретены французским физиком Гастоном Плантом и до сих пор широко используются 150 лет спустя. Преимущества включают невысокую цену, хорошую производительность при низких и высоких температурах и высокую скорость разряда (с-rate). Обратной стороной является то, что плотность энергии ограничена, а срок службы заряда / разряда относительно короткий. Свинцово-кислотные батареи в основном используются в автомобильных аккумуляторах и служат для подачи электроэнергии в автомобильные электронные устройства.

Свинцово-кислотные батареи используют свинец и диоксид свинца в качестве электродов, а водный раствор серной кислоты используется в качестве электролита. Как показано на рисунке 2.1, анод из свинца и анод из диоксида свинца погружены в серную кислоту.

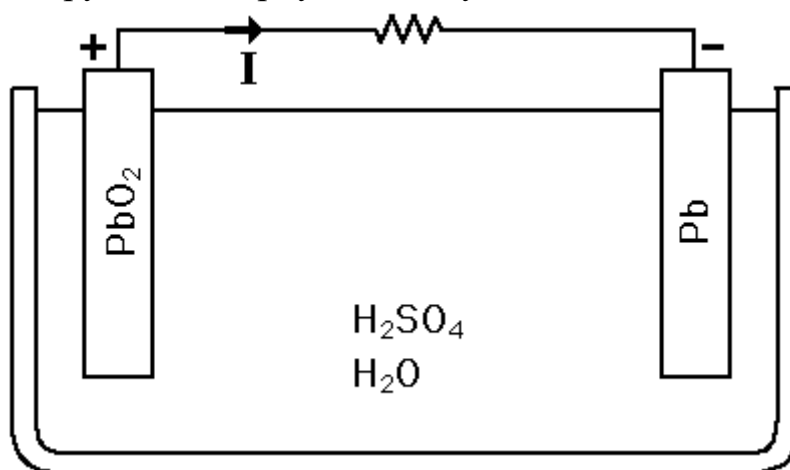


Рисунок 2.1 - Принцип работы свинцово-кислотного аккумулятора

Принцип зарядки/разрядки аккумулятора — это в основном реакция окисления/восстановления вещества. Иными словами, окисление относится к потере электронов, а восстановление относится к увеличению количества электронов. Давайте посмотрим, что происходит с катодом и анодом свинцово-кислотной батареи соответственно. Во время разряда на катоде происходит реакция окисления, а на аноде - реакция восстановления. Как показано на рисунке 2.2, в свинцовом электроде два электрона высвобождаются, когда сульфат-ионы соединяются со свинцом.

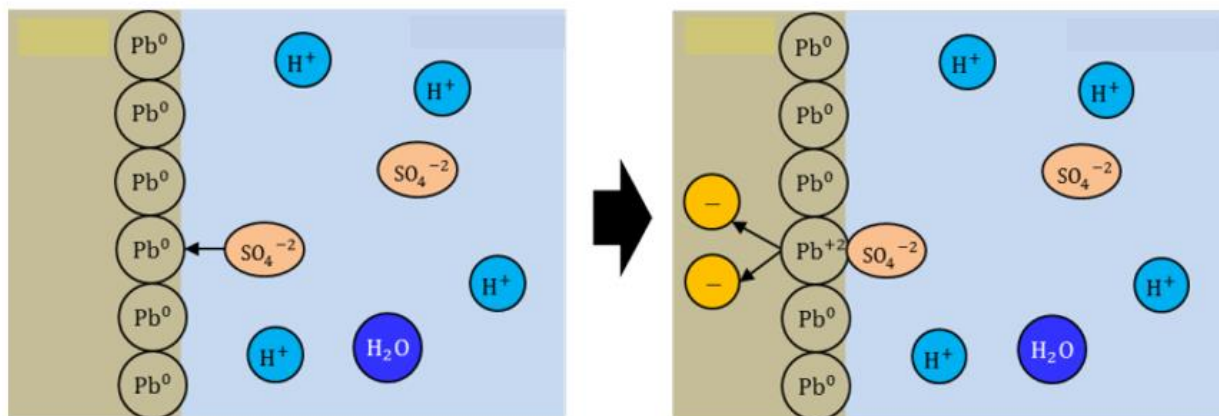
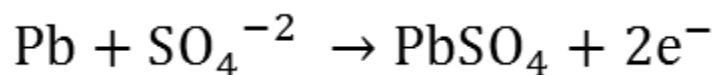


Рисунок 2.2 – Реакция окисления на катоде при разряде



Как показано на рисунке 2.3, на поверхности электрода из диоксида свинца ионы сульфата и ионы водорода реагируют с диоксидом свинца. В это время два электрона соединяются со свинцом и становятся сульфатом свинца. Ионы кислорода вступают в реакцию с ионами водорода в электролите с образованием молекул воды.

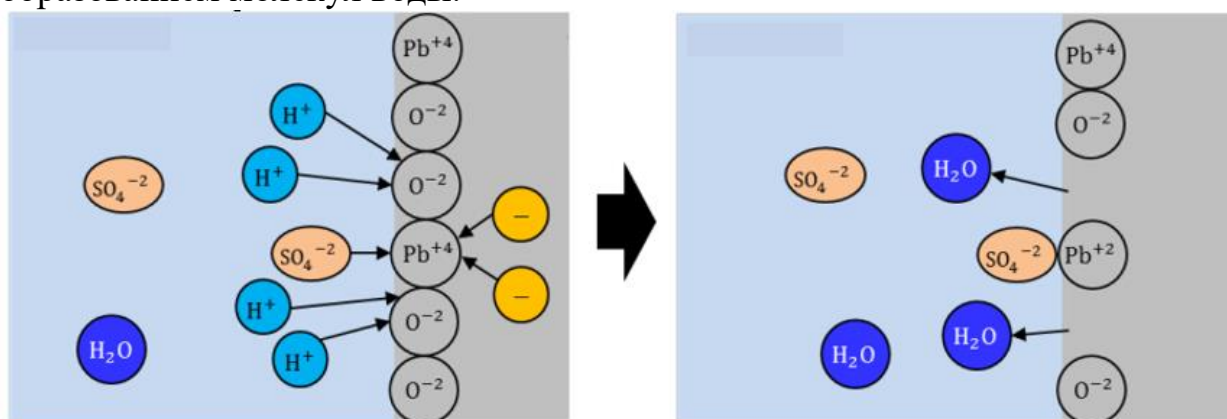
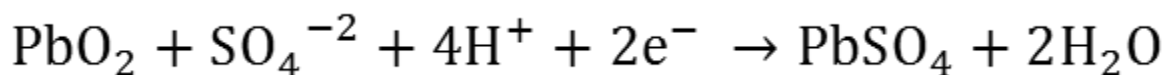
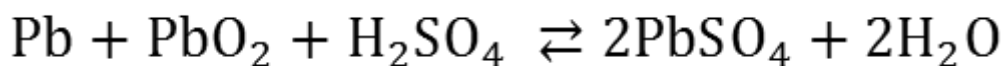


Рисунок 2.3 – Реакция восстановления на аноде во время разряда



В свинцово-кислотных аккумуляторах номинальное равновесное напряжение составляет 2 В на элемент, а в разряженном состоянии - менее 2 В на элемент. Свинцово-кислотные батареи, используемые в автомобилях, соединяют 6 ячеек для создания номинального напряжения 12 В, а в разряженном состоянии они опускаются ниже 12 В.

Общее уравнение окислительно-восстановительной реакции можно резюмировать следующим образом. В уравнении реакции заряда и разряда протекают в противоположных направлениях.



Первоначально выполняется зарядка постоянным током (CC), ограничивая протекание большого тока. При подзарядке ток снижается до низкого значения и выполняется зарядка с постоянным напряжением (CV), так что напряжение элемента не превышает 2,39 В. Это связано с тем, что при перезарядке элемента образуется газ, который сокращает срок службы батареи. Теперь, когда аккумулятор разряжается через нагрузку, он будет заряжаться каждый раз импульсами.

Свинцово-кислотные батареи, используемые во многих областях, представляют собой продукцию с большим экологическим риском, от выбросов углерода на этапе производства до загрязнения окружающей среды на этапе утилизации такими материалами, как серная кислота и свинец. Улучшение характеристик и продление срока службы аккумуляторной батареи приведет к снижению загрязнения окружающей среды и обеспечению углеродных кредитов, что является практическим средством торговли за счет сокращения потребления свинцово-кислотных аккумуляторов.

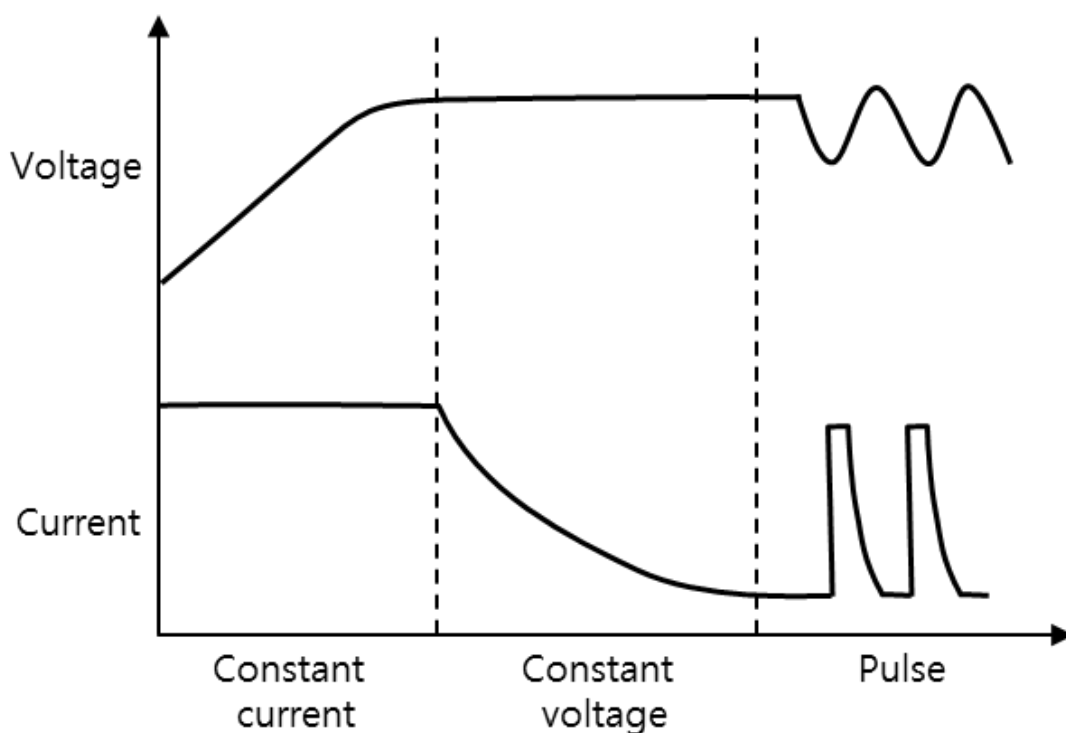


Рисунок 2.4 – способ зарядки свинцово-кислотной батареи

Они используются для запуска двигателей внутреннего сгорания, таких как большинство автомобилей, больших грузовиков, автобусов, локомотивов, кораблей и мотоциклов, а также для управления тележками для гольфа, электрическими инвалидными колясками, тележками для уборки, электрическими вилочными погрузчиками, электрическими тележками, подводными лодками и воздушными рабочими транспортными средствами, и выпрямители, ИБП и т. д.

Они широко используются в источниках бесперебойного питания UPS (United Parcel Service), где стабильность является приоритетом. За рубежом все они подключены к ИБП поставщика полупроводников Apple на Тайване, а также установлены в ИБП China Mobile.

Поскольку стоимость материалов и стоимость производства низкие и есть предел увеличения емкости с одним элементом, преимуществом является то, что можно производить батареи средней и большой емкости по более низкой цене по сравнению с литиевыми. Батареи, которые расширяются в виде блоков за счет последовательного, параллельного или последовательно-параллельного соединения отдельных элементов небольшой емкости.

2.2 Никель-кадмиевый аккумулятор

Большие батареи Ni-Cd были разработаны в Европе во время Второй мировой войны, небольшие же продавались в Европе в 1960х годах. Ni(OH)₂ был в качестве анода, Cd – катод и щелочной раствор в качестве электролита. Разница между свинцово-кислотной и кадмиевой батареей заключается в том, что в электролите вместо серной кислоты используется водный раствор щелочи. Отличие в проводимости.

Первые никель-кадмиевые элементы имеют огромное преимущество перед обычными свинцово-кислотными аккумуляторами и элементами Ni-Fe - они не выделяют газ во время зарядки, поэтому их можно герметизировать (герметичные свинцово-кислотные аккумуляторы в то время не были изобретены). Преимущество в том, что он выдерживает очень большие токи разряда. Благодаря этой характеристике стали возможны автогонки с батарейным питанием. Эта гонка обычно полностью разряжает аккумулятор в течение 4 минут. Свинцово-кислотные батареи не выдерживают такой разрядки. Герметичные никель-кадмиевые батареи имеют три недостатка по сравнению со свинцово-кислотными батареями на 2 В. Свинцово-кислотный аккумулятор имеет напряжение на клеммах от 2,1 В до 1,9 В до 95% разряда, тогда как никель-кадмиевый элемент имеет среднее напряжение всего 1,25 В, а напряжение на клеммах без нагрузки 1,35 В во время разряда падает до 1,1 В.

Оба полюса современной никель-кадмиевой батареи изготовлены из железной пластины.

Катод, покрытый кадмием на железной пластине, подобен сетке, а анод, покрытый никелем, подобен тонко сплетенной сетке. Две полюсные пластины разделены пористым пластиковым разделителем, который действует как

впитывающая бумага. Сепаратор погружен в раствор гидроксида кальция. Все никель-кадмиевые элементы оснащены уплотнительным устройством, которое действует как предохранительный клапан для выпуска газа, образующегося внутри элемента. Количество используемого кадмия очень мало (это простая пленка), поэтому он не оказывает такого негативного воздействия на окружающую среду, как думают люди.

Во время разряда кадмий на катоде превращается в гидроксид кадмия и попадает в раствор. При зарядке кадмий снова присоединяется к электродной пластине. Принцип кажется простым, но, если определенные условия не выполняются, катод не может вернуться в свое 100% исходное состояние путем разрядки/зарядки. Разряд слабого тока вызывает выход кадмия из катода в однородном состоянии. При зарядке слабым током кадмий интенсивно покрывается катодом около анода. Продолжающаяся зарядка/разрядка таким образом формирует сгусток кадмия в форме иглы, называемый усами, который постепенно растет. Когда этот вискер прорывается через сепаратор и касается анода, ячейка находится в состоянии короткого замыкания и больше не может заряжаться. Когда зарядка прекращается, кадмиевая масса естественным образом слегка растворяется в результате самопроизвольного разряда, и условие короткого замыкания устраняется, но элемент уже непригоден для использования из-за значительного уменьшения емкости.

Если аккумулятор, который уже был заряжен, постоянно заряжается очень слабым током, во время зарядки выделяются водород и газообразный кислород, но они рекомбинируют, чтобы превратиться в воду. Этот принцип возможен, потому что анод сделан намного больше, чем катод. Если аккумулятор перезаряжается в быстром зарядном устройстве, скорость образования двух газов становится выше, чем скорость их рекомбинации, предохранительный клапан открывается с повышенным давлением газа, и вода выбрасывается, что приводит к снижению емкости.

Если элемент перегревается из-за быстрой зарядки/разрядки, образуется пар и выпускается через предохранительный клапан. Перегрев может привести к расплавлению пластмассового сепаратора. Зарядка / разрядка при очень низких токах вызывает расслоение электролита, снижение химической активности и, как следствие, уменьшение емкости элемента. Эта проблема также возникает, когда ячейка остается без присмотра в течение длительного периода времени. В этом случае, повторяя быструю зарядку и разряд несколько раз, можно восстановить емкость элемента за счет уменьшения расслоения электролита.

Поскольку проблема с аккумулятором означает проблему со многими элементами, я тщательно описал характеристики элемента. Внутри батареи не может быть ячеек в одинаковом состоянии. Поэтому некоторые ячейки могут быть немного больше других. В батарее, состоящей из нескольких ячеек, когда самая слабая ячейка разряжена, батарея находится в состоянии функционального разряда. Однако, даже если это сложно из-за такого состояния разряда, некоторый электрический заряд остается в большинстве

оставшихся ячеек. Здесь, если аккумулятор постоянно разряжается, наиболее уязвимые элементы заряжаются в обратном направлении. Кадмий отламывается от катода и прилипает к аноду. Когда аккумулятор перезаряжается, элемент, заряженный в обратном направлении, подвергается процессу возврата в исходное состояние перед нормальной зарядкой. В результате хрупкая ячейка всегда меньше заряжена, чем другие ячейки, и в результате этого явления она становится все хуже и хуже.

По этой причине не следует разряжать аккумулятор полностью. В результате срок службы и общая емкость аккумулятора также сокращаются.

Никель-кадмиевые батареи подходят для больших нагрузок. Идеально подходит для водителей с батарейным питанием и модельных автомобилей. Тщательная быстрая зарядка и быстрая разрядка предотвращают расслоение электролита и уменьшают вероятность появления усов. Идеальное зарядное устройство для никель-кадмиевых аккумуляторов — это зарядное устройство, которое заряжает 90% времени и разряжает 10% своего времени. Самый простой способ применить этот метод - применить к зарядному устройству метод полуволнового выпрямления. (Некоторые зарядные устройства, представленные на рынке, представляют этот метод. Если этот метод применяется, это может повысить значимость таких поставщиков электроэнергии, как КЕРСО.) Батарея заряжается током через выпрямитель в течение половины цикла, а выпрямитель - в течение оставшейся половины цикла. Он блокирует прохождение тока и слабо разряжает батарею, пропуская слабый обратный ток через *VuPass* резистор. Этот метод зарядки полностью блокирует рост усов. Расслоение электролита — это быстрая зарядка в течение первых 2/3 периода и нормальная зарядка в течение оставшейся 1/3 периода. Никель-кадмиевые батареи предназначены для зарядки уязвимых элементов без повреждения уже заряженных элементов внутри батареи при непостоянной нормальной скорости заряда. Согласно инструкциям по зарядке всех никель-кадмиевых аккумуляторов, элемент должен заряжать на 40% больше своей емкости. Одна из этих причин связана с эффективностью зарядки/разрядки, а другая имеет значение для предотвращения недостаточной зарядки слабых элементов внутри батареи.

Более совершенные зарядные устройства оснащены тепловыми извещателями. Этот тепловой извещатель определяет, когда элементы батареи начинают нагреваться. Хотя электрическая энергия вызывает химические изменения, выделяется лишь небольшое количество тепла, поэтому элемент не нагревается. При полной зарядке химические изменения больше не происходят, и вся электрическая энергия преобразуется в тепло, повышая температуру элемента. Полностью заряженный элемент обычно сам поглощает зарядный ток, но в случае быстрой зарядки ток большой, поэтому перегрев приводит к быстрому ухудшению характеристик элемента, как упоминалось выше.

Электрическое знание зарядки кадмиевых элементов никеля без усов вам нужно будет разработан в соответствии со следующими основными правилами (ток разряда должен быть 1/10 от зарядного тока):

- 1) Выходное напряжение переменного тока трансформатора должно в 1,5–2 раза превышать напряжение заряжаемой батареи.
- 2) Нормальный заряд заряжается током $1/10$ емкости ячейки. Например, аккумулятор емкостью 2 Ач заряжается на 0,2 А, а разряд (во время зарядки) устанавливается на 0,02 А.
- 3) Выпрямительный диод должен иметь емкость, в 5-10 раз превышающую зарядный ток.

2.3 Никель-металл-гидридный аккумулятор

Никель-металлгидридная батарея (Ni-MH battery, MH расшифровывается как металлгидрид) — это батарея, которая заменила кадмиевый катод в обычной никель-кадмиевой (Ni-Cd) батарее сплавом для хранения водорода.

В последние годы, настоятельно требуются для батарей малый и легкий вес электронных устройств, высокая плотность энергии, длительный срок службы и т.д. Повышение производительности обычных никель-кадмиевых батарей или свинцово-кислотных батарей почти достигло предела, загрязнение окружающей среды стало социальной проблемой, поэтому использование загрязняющих материалов, таких как кадмий, кроме того, активно ведется разработка электромобилей в качестве одного из экологически чистых автомобилей с целью снижения загрязнения воздуха, вызванного выхлопными газами автомобилей, Ni-MH батареи имеют большую плотность энергии по сравнению с никель-кадмиевыми батареями и не имеющими экологически чистых небольших высокопроизводительных батарей, а также экологически чистых больших высокопроизводительных батарей.

В частности, в последние годы доля рынка небольших Ni-MH батарей была сокращена за счет распространения литий-ионных вторичных батарей в портативных электронных устройствах, таких как устройства мобильной связи, портативные компьютеры, видеокамеры. Однако батареи средней и большой емкости, используемые в электромобилях и гибридных транспортных средствах, характеризуются важными факторами, определяющими основные характеристики батареи, высокой плотностью энергии и высокой плотностью мощности, а также сроком службы и надежностью батареи и особенно факторы безопасности, обусловленные особенностями использования в качестве источника питания автомобиля. То есть вторичная литиевая батарея имеет фундаментальную проблему, металлический литий подвергается воздействию атмосферы, существует проблема пожара, вызванного специфической активностью лития, поэтому желательно использовать Ni-MH аккумулятор, который безопасен для электромобилей до разработки полностью твердого типа литий-полимерной батареи.

Батарея Ni-MH была предложена в качестве новой щелочной вторичной батареи примерно в 1970 году, но исследования и разработки активно ведутся лишь с середины 1980-х годов. В результате разработки сплавов для хранения водорода для катодов для высокой производительности Ni-MH батарей, в настоящее время коммерциализируются сплавы в основном на основе AB5 на основе LaNi5 или MmNi5 (Mm:misch metal), коммерциализируемые в качестве небольших батарей в Японии, и сплавы на основе AB2 в основном на основе C14 или C15, разработанные OVC(Ovonix Battery Company) в Соединенных Штатах.

Небольшие Ni-MH батареи в настоящее время коммерциализируются батареями типа AB5, а батареи AB2, которые несколько больше, чем AB5, были впервые коммерциализированы GPI в Гонконге, но большую часть рынка занимают Matsushita, Sanyo и Toshiba в Японии. Тем не менее, аккумуляторы для электромобилей большой емкости в настоящее время используются и продаются только в автомобилях, которые производятся в качестве прототипов Panasonic EV Energy в Японии, а аккумуляторы на основе AB2 Ovonix еще не разработали технологию массового производства и проходят испытания в испытательных автомобилях и будут использоваться в электромобилях GM в течение 99 лет. Таким образом, Ni-MH батареи в настоящее время вторгаются на рынок литий-ионных батарей в случае небольших батарей, а батареи средней емкости активно развивают технологию.

Батарея Ni-MH представляет собой замену полюса cd в обычной батарее Ni-Cd сплавом для хранения водорода, сплав для хранения водорода(M) на катоде, используется гидроксид никеля(Ni(OH)2/NiOOH)на аноде, в качестве разделительной пленки, такой как батарея Ni-Cd, используется щелочестойкий нейлоновый нетканый материал, полипропиленовый нетканый материал и полиамидный нетканый материал. Кроме того, в качестве электролита используется 5 ~ 8 М водный раствор KOH для достижения максимальной ионной проводимости.

В катоде при зарядке ион водорода, генерируемый водой, электризуется, хранится в реакции восстановления сплава для хранения водорода, в аноде Ni(OH)2 окисляется до реакции NiOOH. В момент разряда в обратном катоде атом водорода соединения водорода окисляется до воды, а в аноде происходит реакция восстановления NiOOH до Ni(OH)2. Если ток продолжает течь даже после полной зарядки никелевого анода, то при перезаряде, в аноде образуется кислород. Однако, если емкость катода больше, чем анода, генерируемый кислород диффундирует на поверхность катода, и происходит реакция рекомбинации кислорода. В катоде водород уменьшается, чтобы потреблять кислород, поэтому заряжается такое же количество электричества, поэтому в целом никаких изменений не происходит. При обратном избыточном разряде на аноде образуется водород, и этот водород окисляется на катоде, поэтому общее давление батареи не повышается. Таким образом, внутреннее давление батареи не увеличивается во время перезарядки и разряда, концентрация электролита не изменяется, это высоконадежная батарея. Однако на практике

из-за проблемы эффективности зарядки внутреннее давление батареи в определенной степени повышается.

Такие Ni-MH аккумуляторы имеют следующие преимущества и недостатки.

Преимущества:

- Напряжение батареи составляет 1,2 ~ 1,3 В, такое же, как у батареи Ni-Cd, поэтому они совместимы.

- Плотность энергии в 1,5-2 раза выше, чем у Ni-Cd аккумуляторов.

- Быстрая зарядка и разрядка, а также отличные низкотемпературные характеристики.

- Возможна герметизация, устойчивая к перезарядке и чрезмерному разряду.

- Выделяет малое количество загрязняющих веществ

- Нет короткого замыкания или эффекта памяти из-за роста дендритов.

- Использование твердого электролита с проводимостью ионов водорода также возможно с батареей твердого типа.

- Длительный срок службы цикла заряда-разряда.

Недостатки:

- Характеристики высокой скорости разряда не так хороши, как батареи Ni-Cd.

- Велика скорость саморазряда

- Существует небольшой эффект памяти (как при заряде аккумулятора телефона)

При выборе сплавов для хранения водорода для электродов состав сплава выступает в качестве самого большого фактора, который может определять характеристики батареи, такие как емкость батареи, выдерживающее давление батареи, характеристики быстрого заряда и разряда, срок службы, характеристики низкой температуры, характеристики саморазряда и т.д.

1) Реверсивная емкость для хранения водорода.

Это не простое количество хранения водорода, но обратимое количество хранения водорода должно быть большим, чтобы принять соответствующую силу водородной связи. Поэтому энтальпия образования гидрида обычно составляет 8 ~ 10 ккал/моль H₂[50], что является мерой силы водородной связи, или равновесное давление водорода должно составлять 10⁻³ ~ давление воды.

2) Устойчивость к окислению

При перезаряде кислород, образующийся в аноде, использует реакцию рекомбинации на поверхности катода, чтобы подавить повышение давления батареи во время перезаряда. Когда электрод окисляется в окислительной атмосфере такой батареи, это приводит к снижению производительности батареи. То есть эффективность зарядки электрода снижается, образуется газообразный водород, снижается каталитическая емкость или способность

электрода к рекомбинации газа. Кроме того, эффективность разряда снижается за счет увеличения перенапряжения в момент разряда. Чрезмерное окисление приводит к снижению общей электропроводности и сокращает срок службы электродов.

3) Коррозионная стойкость в растворе щелочи

Чрезмерное окисление или коррозия снижает расход электролита и снижает производительность батареи и срок службы батареи, а продукт коррозии сплава, образующийся в результате реакции коррозии, снижает перенапряжение анода при выделении кислорода, отравляя анод, поэтому эффективность зарядки снижается и увеличивает скорость саморазряда анода. При изменении степени окисления продукта коррозии (например, VO_x), легко растворяющегося в электролите, известно, что он увеличивает саморазряд, образуя окислительно-восстановительный челночный механизм.[51] Однако пассивирующая пленка, которая ингибирует коррозию, не должна ингибировать проницаемость водорода.

4) Скорость диффузии водорода и каталитическая способность к окислению водорода в сплавах

Для увеличения разрядной способности с высокой скоростью скорость диффузии водорода к границе раздела сплав/электролит, где происходит электродная реакция внутри сплава, должна быть большой, а также поверхностная каталитическая емкость для окисления водорода на этой границе должна быть большой. На реакцию водорода и ионов OH^- на границе раздела сплав / электролит влияют характеристики оксида, присутствующего на поверхности сплава, то есть пористость оксида, толщина, электропроводность, каталитическая способность и т.д., Поэтому характеристики оксида будут оказывать большое влияние на способность к высокому разряду.

5) Способность образовывать водородные газы и гидриды

Газообразный водород, который образуется в аноде во время чрезмерного разряда, должен быть разложен на водород в атомарном состоянии и поглощен катодом. Кроме того, даже если рекомбинация кислорода во время перезаряда происходит очень быстро, особенно во время быстрой зарядки, образования водорода на катоде избежать невозможно. Когда заполнение закончится, чтобы уменьшить давление генерируемого водорода, молекулярный водород с поверхности электрода должен быть легко разложен на атомарный водород и поглощен катодом.

6) Первоначальная активация

Поскольку благоприятная для кислорода сила сплава, используемого на поверхности электрода в собранном состоянии, велика, в процессе производства в атмосфере может образоваться плотная оксидная пленка. При зарядке и разрядке происходит расширение и сжатие сплава, в порошке сплава

возникают трещины, площадь поверхности электрода увеличивается с созданием новой поверхности с меньшим количеством оксида, электрод активируется. Кроме того, если есть компонент сплава, который легко растворяется в электролите, такой как оксид V, структура оксида на поверхности электрода путем растворения оксида нарочно представляет собой микропористую структуру, которую водород может лучше передавать при начальной активации, легко узнать.[51]

7) Простота изготовления электродов

Следует учитывать производство сплавов, производство порошков сплавов и простоту изготовления электродов и т.д. В случае с большой батареей это несколько меньше, но при разработке в качестве электрода для небольшой батареи, поскольку она требует процесса массового производства, простота изготовления электрода является важным фактором при определении цены батареи. Поэтому, если изготовление электрода возможно с помощью метода изготовления электрода типа пасты, который может использовать простой процесс для замены спеченной формулы в текущем производственном процессе, это очень выгодно с экономической точки зрения.

8) Цена

Следует учитывать не только цену сырья, но и возможность повторного использования отработанных батарей в процессе производства электродов.

Вторичная батарея Ni-MH имеет много преимуществ, но все еще есть проблемы, которые необходимо решить, и в последнее время были проведены исследования, направленные на решение этих проблем. Проблемы и направления исследований, которые необходимо решить для практического использования Ni-MH аккумуляторов, заключаются в следующем.

Во-первых, следует увеличить производительность разряда на единицу веса и на единицу объема. В настоящее время разрабатывается новый тип сплава для хранения водорода для увеличения разрядной емкости электрода MH. В настоящее время разрабатывается электрод MH высокой емкости более 400 мАч/г, а не сплав на основе AB5 с предельной емкостью, совершенствуется электрод на основе AB2. Однако цена серии AB2 сплавов Zr-V-Ni-Cr-Ti-M(M:Mn, Co, Fe, Al, Cu)высока, поэтому исследования следует проводить в направлении замены дорогостоящих материалов. С другой стороны, считается, что для увеличения емкости никелевого электрода важно разработать гидроксид никеля высокой плотности и однородного размера.

Во-вторых, скорость саморазряда батареи должна быть снижена. На самом деле, скорость саморазряда разработанных в настоящее время батарей, как правило, превышает 20% в неделю. Поэтому, если батарея остается в течение длительного времени без использования такой высокой скорости саморазряда, электрод вырождается, и батарея не может быть использована. Причина такого саморазряда известна из-за реакции водорода, образующегося в результате челночной реакции примесей, и металлический водородный

электрод восстанавливается в никелевом электроде с образованием $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Если челночная реакция примесей в основном обусловлена челночной реакцией ионов соединений азота, растворенных в разделительной мембране, при использовании разделительной мембраны на основе полиамида, то в последние годы было опробовано использование разделительной мембраны, такой как полипропилен, полиолефин. Далее, если саморазряд, вызванный водородом, генерируемым из металлического водородного электрода, чтобы решить это как естественное явление, для улучшения равновесного давления водорода металлического водородного электрода путем обработки поверхности металлического водородного электрода, водород в решетке металлического водорода следует провести исследование, которое не высвобождается наружу.

В-третьих, внутреннее давление батареи должно быть уменьшено. Увеличение внутреннего давления батареи возникает, когда скорость генерации газа на электроде высока по сравнению со скоростью потребления, в общем случае реакция генерации водорода и кислорода на никелевом электроде при перезаряде происходит из-за снижения эффективности зарядки электрода МН во время начальной активации и зарядки известна как причина повышения внутреннего давления батареи Ni-MH. Генерация водорода при низкой эффективности зарядки может быть решена путем разработки содержания, которое повышает эффективность зарядки электрода МН, и необходимо найти соответствующий алгоритм зарядки, чтобы подавить генерацию газа, возникающую при перезаряде. Кроме того, при использовании аккумулятора для электромобиля необходимо произвести быструю зарядку, чтобы сократить время зарядки, поэтому необходимо найти способ зарядки, чтобы свести к минимуму образование газа во время быстрой зарядки.

Четвертое должно улучшить срок службы батареи. Существует ряд причин, которые сокращают срок службы батареи, но среди них металлический водородный электрод окисляется кислородом, образующимся в никелевом электроде зарядного терминала, срок службы батареи уменьшается или металлический водородный электрод может уменьшить емкость металлического водородного электрода, вступая в реакцию с водородом в металлическом водородном электроде с образованием воды. Поэтому, чтобы увеличить срок службы батареи, необходимо провести исследование того, как подавить генерацию газа или рекомбинировать генерируемый газ. Фактически, сплав МН повысил эффективность зарядки, покрыв материал, который позволяет протекать микротоку, например медь, и в последние годы также проводились исследования по рекомбинации генерируемого газа.

В-пятых, цена батареи должна быть снижена. В настоящее время батареи Ni-MH несколько дороже, чем батареи Ni-Cd, и более чем в три раза дороже, чем свинцово-кислотные батареи для электромобилей. Поэтому, чтобы снизить цену батареи, необходимо разработать батарею с

использованием недорогого электродного материала, а также разработать технологию повторного использования питаемой батареи.

2.4 Литий-ионный аккумулятор

В качестве аккумулятора электромобиля используются литий-ионные батареи, так как они обладают наилучшими показателями. Литий ионный аккумулятор был изобретен еще в 1980 году. Конструкция предполагает наличие четырех элементов, таких как положительно и отрицательно заряженных электродов, сепаратора и жидкого электролита.

Первой в мире коммерческой литиево-ионной батареей стала компания Sony Energy Tech, которая дала ей название «литий-ионная батарея». Поскольку батареи, которые можно использовать повторно, классифицируются как вторичные батареи, их иногда называют литий-ионными вторичными батареями.

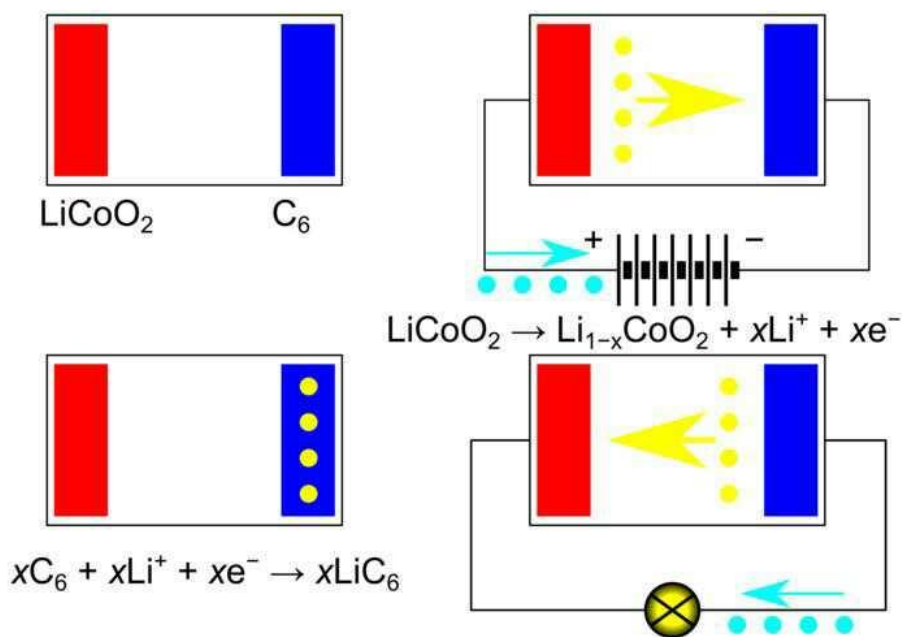


Рисунок 2.5 – Структура литий-ионного аккумулятора

Литий-ионные аккумуляторы состоят из четырех компонентов: анода, катода, сепаратора и электролита. Анод состоит из оксида лития ($\text{Li}+\text{O}$), где встречаются литий (Li) и кислород (O). При зарядке только ион лития из материала, образующего анод, выходит и перемещается к катоду, а при разрядке ион лития возвращается к аноду, где он первоначально находился, и в это время вырабатывается электричество.

Когда литий-ионный аккумулятор разряжается (заряжается или разряжается), ионы лития перемещаются между положительным и отрицательным электродами. Многие анодные и катодные материалы, используемые в литий-ионных батареях, имеют слоистую структуру и могут

накапливать ионы лития между слоями. Как упомянуто выше, поскольку ионы лития имеют положительный заряд для одного электрона, отрицательный электрод имеет отрицательный заряд, когда ионы лития покидают материал отрицательного электрода, включая ионы лития. Энергия может быть получена путем извлечения этого отрицательного заряда из батареи в виде электронов. Этот процесс является реакцией разряда (реакция с использованием батарей).

И наоборот, когда электричество подается извне, материал катода принимает электроны, а материал катода имеет отрицательный заряд. Для компенсации этого отрицательного электрода ионы лития положительного электрода включаются в отрицательный электрод. Этот процесс является реакцией зарядки (реакцией, которая делает батарею пригодной для использования). Поскольку ионы лития накапливаются в отрицательном электроде, может выполняться описанный выше разряд.

При зарядке и разрядке положительный электрод служит местом назначения для ионов лития, которые были собраны с отрицательного электрода или собраны в отрицательном электроде. Таким образом, ионы лития перемещаются, чтобы накапливать или разряжать электричество, чтобы работать в качестве вторичной батареи.

Существует множество материалов, доступных в качестве катодов, таких как рисунке 2.6. На сегодняшний день наиболее используемым основным материалом является натуральный черный графит. Графит — это слоистая структура, которая образует ту же структуру, что и бумага, и батарея работает, когда ионы лития с анода попадают между этой слоистой структурой. Для графита теоретическая емкость составляет примерно 300 мАч/г, что больше, чем у анода, но для разработки более энергоемких литий-ионных батарей, сплавов Sn, кремния(Si) и металлического лития существуют различные кандидаты с низкими рабочими напряжениями и высокой емкостью. Однако в случае анода разница между теоретической емкостью (~250 мАч/г) и рабочим напряжением (~4,3 В) при разработке анодного материала следующего поколения по сравнению с LiMnO₂ (LMO) и LiCoO₂ (LCO) слоистой структуры, традиционно используемой в настоящее время, невелика. Материал анода реагирует медленнее всего в реакции литий-ионных батарей и имеет небольшую емкость, поэтому именно материал играет наибольшую роль в определении емкости, мощности и срока службы батареи. Для того чтобы батареи в электромобилях имели высокую плотность энергии, мощность и срок службы, этот анод. В связи с этим разработка высокоэффективных анодных материалов в литий-ионных батареях в последнее время стала наиболее важной ключевой областью исследований.

Литий-ионные аккумуляторы, используемые в электромобилях, имеют первостепенное значение для обеспечения безопасности и надежности. В настоящее время условия использования автомобильных литий-ионных аккумуляторов (C/LMO) рекомендуются для разряда от -20° до 55°С и зарядки в диапазоне от 0 ° до 45 ° С. В частности, литий-ионные аккумуляторы с катодами LTO могут разряжаться при температуре не менее -30 ° С.

ионных аккумуляторов является то, что они не имеют необходимых требований для работы и поставляются готовыми к использованию.

Доступны разные типы литий-ионных батарей. Эти преимущества литий-ионных аккумуляторов могут означать, что вы можете использовать правильную технологию для конкретного приложения, которое вам нужно. Некоторые формы литий-ионных аккумуляторов обладают высокой плотностью тока и идеально подходят для бытового мобильного электронного оборудования. Другие могут обеспечивать гораздо более высокие уровни тока и идеально подходят для электроинструментов и электромобилей.

Однако стабильность невысока по сравнению с другими батареями, поэтому при чрезмерной разрядке потеря емкости очень велика. Основным недостатком литий-ионных аккумуляторов является их стоимость. Как правило, их производство примерно на 40% дороже, чем никель-кадмиевые элементы. Это важный фактор при рассмотрении возможности использования в массовых потребительских товарах, где дополнительные расходы являются серьезной проблемой.

Во время перезарядки он становится очень нестабильным и может взорваться, если произойдет короткое замыкание на внутреннем электроде или сотрясает аккумулятор. Другими словами, литий-ионные батареи имеют фатальный недостаток - опасность взрыва

По данным IBIS World, отраслевой исследовательской организации, размер рынка литиевых батарей в 2017 году составляет около 920 миллионов долларов, и инсайдеры рынка ожидают, что рынок литий-ионных батарей вырастет до 66,7 миллиарда долларов в 2022 году.

Согласно данным, опубликованным Всемирным экономическим форумом (ВЭФ) в 2017 году, благодаря быстрому увеличению производства электромобилей спрос на литий достигнет 534 тыс. LCE тыс. Тонн, что более чем удвоится в 2025 г. с 238 тыс. LCE (спрос на литий по приложениям) в 2017. Тоже ожидалось. Ожидается, что увеличение спроса на литиевые батареи, используемые в устройствах накопления энергии и электрических велосипедах, помимо электромобилей, окажет значительное влияние на рост рынка литий-ионных аккумуляторов в будущем.

Общий доход Мичигана в 2017 году составил 4072 миллиона долларов, что на 166% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Из них 87% литий-ионных аккумуляторов на сумму 385,4 миллиона долларов импортируются из Кореи. Эти результаты анализируются местными компаниями LG Chem и Samsung SDI, расположенными в Мичигане, по продвижению и поставке. По состоянию на 2017 год импорт литий-ионных аккумуляторов Мичиганом составлял около 17% от США, что является вторым по величине после Калифорнии.

Согласно литий-ионному аккумулятору HS Code 850760, общий объем импорта на рынок США в 2017 году составил около 2,525 миллиарда долларов, что на 29,3% больше, чем в предыдущем году. Самым крупным экспортным товаром в США в 2017 году стал Китай, на который пришлось около 1,38 миллиарда долларов, что составляет 41,1% от общего объема. Корея,

экспортировавшая этого товара на 581 миллион долларов в 2017 году, заняла второе место, продемонстрировав резкую тенденцию роста и долю рынка, увеличившуюся на 166,5% в годовом исчислении.

Все же литий-ионные батареи постепенно уходят на задний план, так как на их замену пришли твердотельные аккумуляторные батареи, которые упоминались ранее. Создание аккумулятора стало прорывом в области аккумуляторов для электромобилей.

Началом стало открытие Майкла Циммермана, работающего в области твердотельных аккумуляторов. Его открытие позволило увеличить емкость батарей, сделать их безопасными и избавиться от кобальта, несмотря на то что отсутствие последнего по логике делало батарею взрывоопасной.

Необходимо было избавиться от жидкого электролита. Но внедрить успешно твердый электролит, до открытия Циммермана, не удавалось на протяжении многих лет. Циммерман создал полимерный огнестойкий материал на основе полифенилсульфида, который может проводить электроны при комнатной температуре. Сам материал может поддаваться механической обработке, он достаточно прочен и способен противостоять воздействию многих химических веществ.

Литий-ионные аккумуляторы с трудом перерабатываются, в основном из-за различных анодных материалов.

Инновации в области утилизации батарей могут облегчить нехватку материалов или рост цен и снизить стоимость ключевых материалов. Исследования показали, что переработанные анодные материалы (NMC) могут снизить затраты с 25\$/кг до 10 \$/кг.

Были проведены исследования, чтобы определить, достаточны ли запасы лития. Литий составляет всего 3% от веса литиевых батарей. 450-килограммовый аккумулятор от Chevy volt содержит около 13 кг лития. В настоящее время литий не извлекается при переработке литий-ионных аккумуляторов. Экономические проблемы существуют, но технически их нет. Если затраты продолжают расти, литий может быть восстановлен переработчиками.

В 2020 году, компания Tesla выпустила твердотельный аккумулятор Quantum Scare с огромной емкостью и скоростью зарядки. Твердотельная батарея — это именно то, что нужно: плотно сжатое расположение твердых материалов, а не мягкая консистенция, которая составляет типичную литий-ионную (li-ion) батарею. Этот твердотельный состав и конструкция дают электрохимическое устройство, которое обещает невероятные результаты. Об используемом материале мало что известно, лишь то, что он сделан на керамической основе и использует четыре прекурсора.

Также компания утверждает, что разработчики устранили все проблемы твердотельных батарей. Одной из таких проблем является срок службы, теперь батареи сохраняют более 80% емкости после 800 циклов (386 тыс. км.)

Несомненно, результат, который представила Tesla можно по праву считать большим прорывом в области аккумуляторов.

Но не только Tesla вела работу над созданием твердотельных аккумуляторов с большой емкостью и производительность, весной 2020 года компания Samsung представила свой прототип твердотельной батареи.

Ученые работали с такими проблемами как срок службы и безопасность батареи, они предложили использовать в качестве анода композитный слой из серебра и углерода. Что позволило увеличить емкость, срок службы и общую безопасность прототипа твердотельного аккумулятора. Прототип отличился также своими габаритами, он оказался на 50% меньше по объему литий-ионной батареи.

Данный аккумулятор позволит проезжать электромобилям до 800км без подзарядки, а батарея будет иметь более 1000 циклов(зарядки/разрядки).

Выводы по второй главе

Изучив подробно аккумуляторные батареи, можно сделать вывод, аккумулятор автомобиля – одна из первых необходимых частей при запуске автомобиля. Она служит первым источником электроэнергии для пускового двигателя, чтобы запустить аккумулятор. А на данный момент

Сфера, которая привлекает наибольшее внимание, — это рынок электромобилей и накопителей энергии (ESS), который продолжает расти с каждым годом. Причина в том, что электромобили без двигателя внутреннего сгорания имеют большую экономию топлива, поэтому потребители могут сэкономить много денег и уменьшить загрязнение окружающей среды. Благодаря множеству вещей, обладающих этими преимуществами, публика может получить высококачественный опыт в жизни и культуре, и стала возможной более удобная жизнь.

Батареи - важное изобретение в современном мире, потому что они портативны и удобны. Скорость разработки батареи увеличивается, и считается, что потенциал для выработки энергии безграничен.

Основной характеристикой батареи является ее удельная энергия, если говорить о массе, или плотность, если речь идет об объеме. Литий-ионные аккумуляторы в сравнении с другими обладают наибольшей удельной энергией и высокой плотностью энергии. Однако с увеличением плотности энергии, уменьшается показатель удельной энергии. Следовательно, высокоэнергетические элементы подходят для применения в электромобилях, где процесс разряда батареи разбивается на длительный период и требуется достаточный диапазон пробега авто.

Ион лития останется технологией, которая будет использоваться в течение следующих 10 лет, но в ближайшем будущем теоретически, вероятно, будет заменена другими конструкциями батарей с более высокой плотностью энергии и более низкой стоимостью. Однако, даже если будут выпущены практически разные конструкции батарей, их появление на рынке будет значительно задержано из-за временных задержек, связанных со строительством производственной линии и коммерциализацией.

3. Сравнительный анализ литий-ионной батареи и твердотельной батареи

3.1 Деградация литий-ионной аккумуляторной батареи

На данный момент литий-ионная батарея является наиболее предпочтительной технологией для хранения энергии электромобиля. Преимущества данной батареи в длительном сроке хранения заряда, низкой скоростью саморазряда, высокой мощностью и отсутствием эффекта памяти.

В литий ионной батарее возникает как обратимая, так и не обратимая потеря емкости. Обратимая может быть вызвана саморазрядкой самой ячейки, значение достигает до нескольких процентов в месяц. Полная емкость ячейки достигается путем полной подзарядки автомобиля.

Необратимая потеря емкости происходит тогда, когда ячейка повреждена. Литий-ионные аккумуляторы имеют ограниченный календарный срок службы. Потеря мощности батареи происходит из-за циклического движения автомобиля. Циклированием обуславливается появление внутреннего сопротивления. Однако это не единственная причина появления внутреннего сопротивления, но также со временем на границе раздела электрод-электролит на аноде образуется пассивирующий слой твердого электролита. Такой слой формируется на начальных этапах, структура ячеек защищает электролит от дальнейшего разложения при взаимодействии графита с электролитом. Все же со временем слой твердого электролита растет и приводит к стремительному росту внутреннего сопротивления. Процесс сопровождается высокими температурами, высокими токами и напряжением в ячейках.

Зарядка при высоких токах и низких температурах может привести к литиевому залипанию, когда литий оседает на поверхности анода. Что в свою очередь приводит к потере активности лития в элементе, а также может привести к короткому замыканию.

Перезаряд или глубокие разряды батареи, а также превышение верхней точки температуры увеличивают деградацию батареи. Однако данные ограничения управляются и предотвращаются при помощи Battery Management system (BMS). К тому же зарядка/разрядка вызывают механическое напряжение из-за объемных изменений внутри ячейки и приводят к потере емкости, что сокращает срок службы батареи.

3.2 Оптимизация конструкции одной ячейки на примере литий ионной батареи

Наиважнейшим аспектом в конструкции литий-ионных элементов является способность максимизировать плотность энергии, при определенной массе объема. Общепринятая классическая конструкция ячеек батареи заключалась в использовании более толстого электрода, чтобы получить

высокую плотность энергии. Ниже проведен экспериментальный анализ и численное моделирование для изучения того, какие свойства электрохимической ячейки влияют на производительность аккумуляторной батареи.

Было проведено множество исследовательских работ, таких как влияние размера частиц на производительность, изучение сажи и углеродных трубок и внедрение последних в качестве проводящих добавок, а также исследование на их влияние на энергетическую емкость и стабильность проходящего цикла.

Маркс Дойл и его группа использовали численное моделирование для изучения зависимости между проводимостью и числом переноса литий-полимерных частиц. Несмотря на то, что понимание того, как отдельные компоненты влияют на производительность ячеек, увеличилось, полностью максимизировать эффективность не получилось, так как не были объединены все составляющие. Чтобы определить оптимальную конструкцию ячейки, необходимо провести подробный процесс проектирования, который включает в себя все переменные проектирования, а также первоначально учитывать связь между параметрами и их взаимодействие на компоненты во время самого цикла.

Джон Ньюман оптимизировал конструкцию ячейки, увеличив толщину положительного электрода и пористости, используя упрощенную модель зоны протекания реакции. Ограничив обратимость включения молекул литий-ионов узкой зоной в положительном электроде, он получил решение аналитическим методом, затем связал зависимость емкости энергии с параметром:

$$T_{rz} = \frac{U \kappa t_{dis}}{q_+ L_s^2} \quad (3.1)$$

где, U – потенциал разомкнутой цепи, κ – проводимость электролита, t_{dis} – время разряда батареи, L_s – толщина сепаратора, q_+ – плотность емкости активного материала. Зафиксировав время разряда, удалось выяснить оптимальные значения толщины и пористости электрода.

Дальнейшие действия по оптимизации включали разработку железофосфатного литий-ионного элемента при сохранении постоянного соотношения емкости и пористости отрицательного электрода, а также соединение литий-ионных батарей с конденсаторами для работы гибридного электромобиля.

В исследовании по оптимизации скорости циклирования, размера частиц, диффузионной способности и проводимости с использованием суррогатной модельной формулировки. количественно оценили производительность ячейки в зависимости от отношения времени разряда к времени диффузии. Оптимизация пространственного распределения пористости может снизить внутреннее сопротивление на 15-33% по сравнению с равномерным распределением. Гольмон и др. пошли еще дальше

и изменили как пространственную пористость, так и распределение частиц по размерам, используя многомасштабную модель. Они обнаружили, что при изменении как пористости, так и распределения частиц по размерам улучшение энергетической емкости составляет менее 2% по сравнению с ячейкой с оптимизированной постоянной пористостью и размером частиц. Известен случай использования метода параметризации вектора управления для последовательной оптимизации толщины и пористости электродов с помощью переформулированной модели для повышения вычислительной эффективности.

Применение численной оптимизации к проектированию батарей все еще находится на стадии зарождения.

Высокая вычислительная стоимость модели, основанной на физике, и отсутствие полного математического описания процессов, происходящих в батарейной системе, препятствуют внедрению схем оптимизации при проектировании батарей. Одним из способов снижения вычислительных затрат на оптимизацию батареи является ускорение моделирования модели ячейки. В частности, были получены аппроксимации для ускорения расчета диффузии твердой фазы. Достигается дополнительное повышение эффективности вычислений путем улучшения расчета модели в направлении, нормальном к межфазной поверхности электрода/сепаратора. Снижение вычислительных затрат также может быть достигнуто за счет минимизации количества оценок функций.

Для решения проблемы оптимизации батареи используются различные методы. Учитывая нелинейный характер проблемы батареи и вычислительные затраты (оценка каждой функции занимает порядка нескольких минут), схема оптимизации на основе градиента, которая использует производные для определения направлений поиска, хорошо подходит для решения такой задачи благодаря своей численной эффективности и точности.

В процессе проектирования в качестве переменных должны также рассматриваться транспортные свойства материала. Проект должен включать все сопутствующие параметры литий-ионной ячейки с вставными соединениями для обоих электродов. С учетом этой цели здесь представлена численная структура, которая объединяет алгоритм оптимизации с детальной моделью конструкции ячейки.

Цели:

- 1) Максимизировать плотность энергии литий-ионного элемента в зависимости от необходимой мощности
- 2) Определить конструкцию электрода при различных скоростях разряда
- 3) Определить чувствительность проектных переменных производительности ячеек

Плотность энергии ячейки вычисляется с использованием трапециевидного приближения к интегралу по времени разряда:

$$E_{cell} = \frac{1}{M_{cell}} \int_0^{t_{cut}} V_{cell}(t) I dt \approx I \sum_{k=0}^n \frac{V_{k+1} + V_k}{2} (t_{k+1} - t_k) \quad (3.2)$$

где I – это постоянный ток ячейки, k – коэффициент временного шага, n – количество временных шагов, необходимых для достижения напряжения отсечки. M_{cell} – клеточная масса, вычисляется:

$$M_{cell} = M_+ + M_{sep} + M_- + M_{misc} \quad (3.3)$$

где M_+ и M_- – масса активных материалов положительного и отрицательного электродов, M_{sep} – масса электролита, а M_{misc} – масса всех других неэнергетических материалов, например токосъемники. Масса каждого компонента зависит от его толщины и пористых свойств различных материалов, входящих в его состав.

Таблица 3.1. Свойства и параметры материала литий-ионного элемента

Параметры	Li iON
Материал катода	Шпинель Mn2O4
Стехиометрический параметр катода	0,2
Кулоновская емкость катодного материала	148 мАч/г
Плотность катодного материала	4280 кг/м ³
Объемная доля инертного наполнителя	0,1
Материал анода	Графит МСМВ 2528
Стехиометрический параметр катода	0,9
Кулоновская емкость анода	372 мАч/г
Плотность анодного материала	2260 кг/м ³
Объемная доля инертного материала в аноде	0,05
Материал электролита	LiPF ₆ в диэтилкарбонат
Начальная концентрация соли	1000 моль/м ³
Инертный наполнитель	Поливинилиденфторид
Температура окружающей среды	298К

Чтобы максимизировать плотность энергии приближенную к твердотельной батареи, выбираются 12 расчетных переменных, перечисленных в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Расчетные переменные и их границы для оптимизации одной ячейки

Переменная	Нижняя граница	Верхняя граница
Скорость циклирования	0,1	10

Толщина сепаратора	10	100
Размер частиц катода	0,2	20
Толщина катода	40	250
Пористость катода	0,1	0,6
Диф. способность катода	10^{-6}	10^{-11}
Проводимость катода	1	100
Размер частиц анода	0,5	50
Толщина анода	40	250
Пористость анода	0,1	0,6
Диф. способность анода	10^{-16}	10^{-11}
Анодная проводимость	1	100

Хотя скорость циклирования является рабочим условием, а не переменной конструкции ячейки, необходимо позволить ей свободно изменяться в пределах проектного пространства, чтобы удовлетворить требования к питанию.

Методика моделирования и последующая оптимизация не ограничиваются какими-либо конкретными условиями эксплуатации. Возможность свободного изменения скорости цикла позволяет нам получить оптимальную конструкции ячеек для удовлетворения различных прикладных требований.

Среди 5 переменных электрода пористость, толщина и, в некоторой степени, размер частиц могут контролироваться в процессе производства, в то время как диффузионная способность и проводимость являются свойствами материала. Однако существуют существенные различия в значениях коэффициентов переноса.

Чтобы достичь оптимальности, ячейка должна сбалансировать энергетическую емкость с требованиями к ионному транспорту, в то же время минимизируя омические потери. Среди 12 расчетных переменных скорость циклирования определяет плотность тока и, следовательно, гальваностатические граничные условия.

Низкая скорость циклирования необходима для максимизации плотности энергии, так как она уменьшает омические потери. Толщина сепаратора определяет количество электролита в области сепаратора. Из пяти переменных электрода толщина и пористость определяют количество активных материалов, доступных для процесса интеркаляции литий-ионов, и количество электролита, доступного для ионного транспорта. Толщина и пористость электродов вместе с толщиной сепаратора определяют массу ячейки и, следовательно, ее плотность энергии. Диффузионная способность и проводимость являются транспортными параметрами, которые влияют на избыточную концентрацию в ячейке, в то время как размер частиц влияет на плотность энергии, изменяя длину диффузионного пути и площадь межфазной поверхности.

Диапазон проводимости для обоих электродов высок по сравнению с проводимостью чистых активных материалов в каждом электроде. Эти

значения отражают повышенную электронную проводимость после добавления углеродных добавок в твердую матрицу. Клеточная модель явно не учитывает влияние углеродных добавок на эффективный транспорт.

Однако использование высокой проводимости позволяет создавать теоретические ячейки, которые имеют производительность, более репрезентативную по сравнению с тем, что может быть получено на практике. Было проведено девять различных оптимизаций при каждом ограниченном энергопотреблении.

Оптимизация инициируется из случайных точек проектирования, чтобы уменьшить вероятность сходимости оптимизации к локальным оптимумам. Из-за случайного характера начальных точек и допусков сходимости оптимизации существуют некоторые различия между результатами с точки зрения количества требуемых итераций и оптимальных решений. Результаты различных запусков оптимизации в совокупности представлены в виде графиков. Поле представляет диапазон, а линия в центре представляет медиану.

При отсутствии потребности в питании ячейки максимальной плотности можно добиться с использованием малого тока разряда, что даст минимальное омическое падение. Напряжение ячейки должно быть как можно ближе к напряжению разомкнутой цепи, в результате чего, конструкция ячейки будет иметь максимальную толщину и минимальную пористость из-за низкого требования к скорости переноса ионов.

Максимальная плотность энергии возникает в левом нижнем углу расчетного пространства, что приводит к простому оптимальному решению, в котором скорость циклирования и размер частиц положительного электрода находятся на своих нижних границах.

На рисунке 3.1 приведена простейшая диаграмма, где скорость циклирования и размер частиц единственные переменные.

Максимальная плотность энергии достигается при минимальной скорости циклирования и размере частиц. Поэтому значимая проблема проектирования ячеек должна учитывать, как на конструкции ячеек влияют требования к питанию. По мере увеличения потребности в электроэнергии проектное пространство, способное удовлетворить это требование, становится меньше. В этом случае плотность мощности в основном зависит от скорости циклирования.

Графическое представление пространства проектирования и целевой функции ясно показывает, что скорость циклирования должна увеличиваться по мере увеличения мощности, в то время как конструкция ячейки с максимальной плотностью энергии имеет наименьший размер частиц независимо от требуемой мощности.

Задача оптимизации расширена до полного пространства проектирования из 12 переменных проектирования. Потенциал использования структуры оптимизации на основе градиента при проектировании ячейки демонстрируется путем максимизации ее гравиметрической плотности энергии при различных удельных потребностях в мощности.

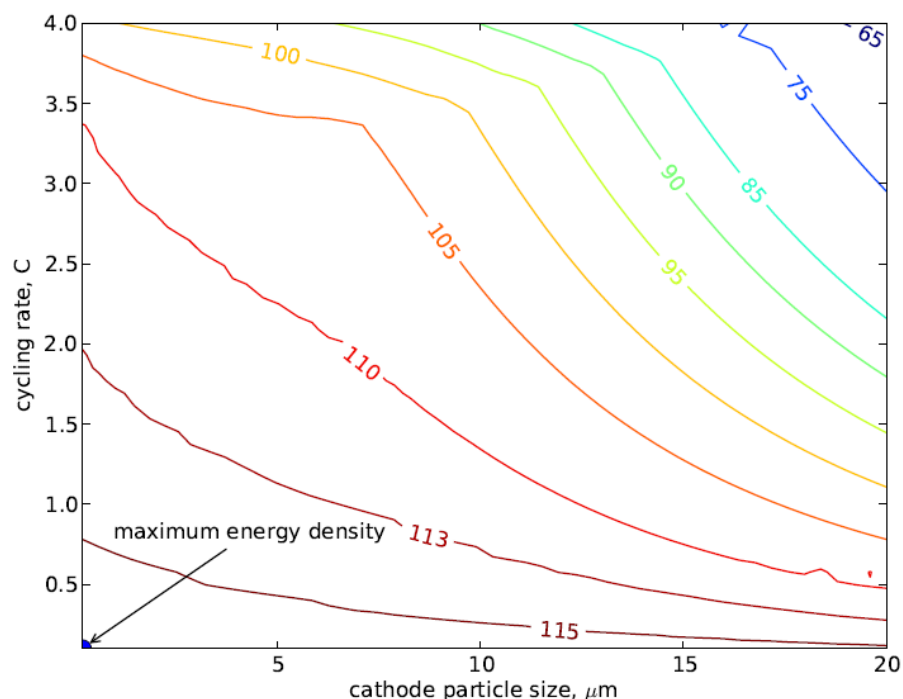


Рисунок 3.1 - Контурный график плотности энергии в зависимости от увеличения скорости циклирования и размера частиц.

Ограниченная потребляемая мощность увеличивается с 50 Вт/кг/м² с шагом 50 Вт/кг/м² до 1500 Вт/кг/м², в этот момент дальнейшее увеличение мощности возможно только за счет расширения верхней границы скорости циклирования. Конкурирующие эффекты увеличения мощности и уменьшения энергии при более высокой мощности образуют фронт Парето. В этом случае фронт Парето формируется из множества точек с максимальной достижимой энергетической емкостью ячейки для каждого требуемого уровня мощности.

3.3 Сравнение структуры литий ионной батареи и твердотельной батареи

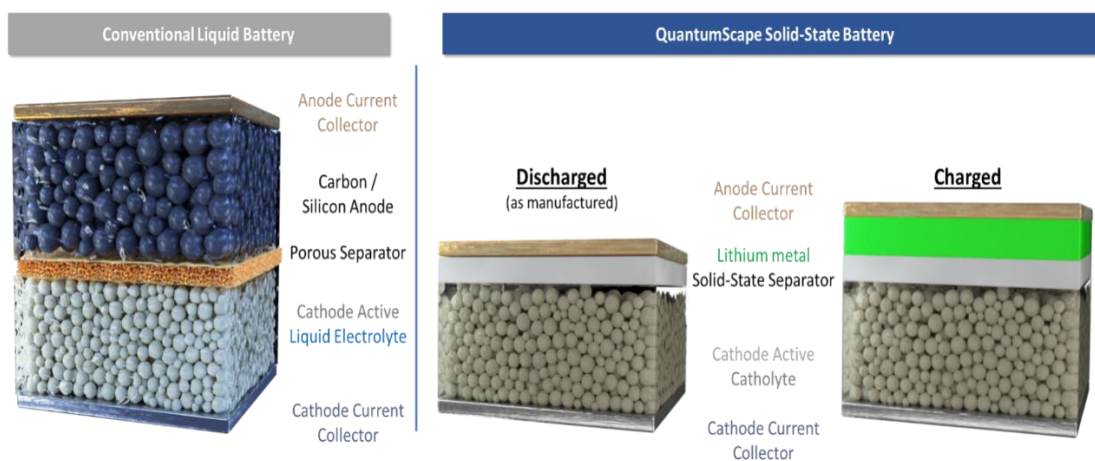


Рисунок 3.2 – Основные слои литий-ионной батареи и батареи с твердотельным электролитом

На рисунке 3.2 отображены структуры литий-ионной и твердотельной батареи. Обычный литий-ионный аккумуляторный элемент состоит из трех основных слоев: положительный электрод или катод, отрицательный электрод или анод и пористый полимерный сепаратор, разделяющий электроды. А также два электрических контакта по одному на каждом электроде. Электроды сделаны из частиц материала, способного накапливать энергию. Вся ячейка залита жидкостью, которая служит электролитом, через среду которого проходят ионы лития

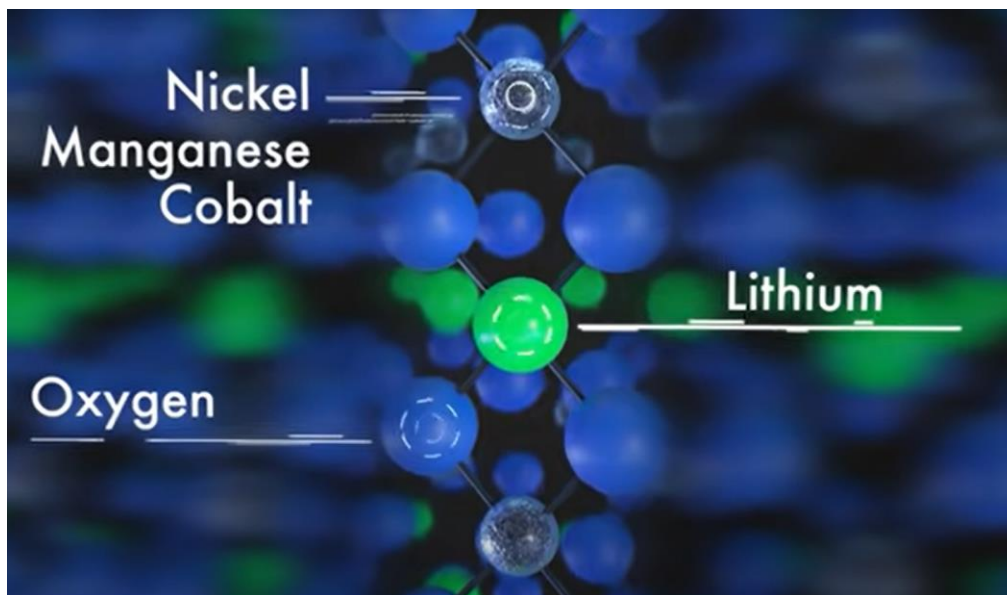


Рисунок 3.3 – Частицы катодного электрода

Каждая катодная частица состоит из литий содержащего оксида металла, такие как оксид лития, никеля, марганца, кобальта, известные как элементы, образующие стабильную структуру, удерживающую ионы лития, когда аккумулятор находится в разряженном состоянии. Частицы проходят через поры в сепараторе, а пути к аноду, там литий попадает в частицу анода, обычно состоящую из листов углерода. Углерод принимает литий до тех пор, пока не потребуется энергия с шестью атомами углерода, удерживающими один ион лития.

В твердотельной литий-металлической батарее есть 2 основных слоя: катод и положительный электрод с электрическим контактом и твердотельным керамическим сепаратором, который заменяет пористый полимерный сепаратор, используемый в обычных литий-ионных батареях. В месте, где раньше был анод теперь только электрический контакт, частицы покидают катод, путешествуя по атомной решетке до непористого твердотельного керамического сепаратора. Как только литий проходит через сепаратор, он осаждается между сепаратором и электрическим контактом. Анод из металлического лития позволяет хранить энергию в меньшем объеме, но обеспечивает более высокую плотность энергии по сравнению с обычной литий-ионной батареей.

Рассмотрев структуру, можно подытожить, что твердотельная батарея более компактная в плане расположения в электромобиле. А также наименее подверженная возгоранию благодаря исключению из состава жидкого электролита, подверженного улетучиваемости при нагревании.

3.4 Чувствительность при оптимальных условиях

Затем расчетные переменные оптимальных конструкций ячеек для различных требований к мощности количественно оцениваются с точки зрения их численных значений и влияния на оптимальные конструкции. В таблице 3.3 показана чувствительность плотности энергии по отношению к переменным в оптимумах. Обратите внимание, что, поскольку существует оптимальная проектная точка для каждой требуемой мощности ячейки, было бы слишком громоздко показывать чувствительность каждой переменной для всех оптимальных точек. Следовательно средняя чувствительность по всем оптимумам приведена в таблице 3.3, чтобы дать качественное сравнение относительного влияния переменных на плотность энергии. Исследования чувствительности показывают, что морфологические параметры, такие как толщина клеток и размеры частиц, оказывают гораздо большее влияние на плотность энергии, чем параметры переноса, такие как коэффициенты диффузии и проводимости. В среднем влияние транспортных параметров на порядок ниже, чем влияние других параметров.

Таблица 3.3. Конструктивные переменные и их чувствительность при оптимальных конструкциях.

Переменная	Оптимизационные проектные значения	Средняя чувствительность, %
Скорость циклирования	0,2-0,94	2,3
Толщина сепаратора	10	0,25
Размер частиц катода	0,2	0,34
Толщина катода	133,4-250	0,34
Пористость катода	0,13-0,54	0,3
Диф. способность катода	$1,09 \cdot 10^{-2} - 10^{-11}$	0,028
Проводимость катода	80,03-100	0,043
Размер частиц анода	0,5	0,054
Толщина анода	67,3-163,7	1,3
Пористость анода	0,14-0,33	0,37
Диф. способность анода	$1,66 \cdot 10^{-12} - 10^{-11}$	0,029

Анодная проводимость	1,3-100	0,029
----------------------	---------	-------

В таблице 3.3 приведены диапазоны расчетных переменных для соответствующих требований к питанию ячейки. В зависимости от требований к мощности изменяются конструктивные переменные, однако толщина сепаратора и размеры частиц электрода неизменно сходятся к их минимальным границам.

Толщина сепаратора сходится к минимальной границе для оптимальной конструкции ячейки. Сепаратор не вносит вклада в физическую модель ячейки, так как там не происходит никаких электрохимических реакций. Назначение ионов в сепараторе заключается исключительно в переносе зарядов с одного электрода на другой. Поэтому толщина сепаратора влияет только на вес ячейки, который должен быть сведен к минимуму, чтобы максимизировать плотность энергии. В практической конструкции ячейки должна быть минимальная толщина сепаратора, чтобы предотвратить короткое замыкание из-за дендритных наростов на электродах.

Предпочтительны меньшие размеры частиц, так как они значительно сокращают длину диффузионного пути ионов лития в электродах, а также увеличивают площадь поверхности распределения.

Достаточная площадь межфазной поверхности раздела важна для обеспечения адекватной скорости переноса ионов между двумя фазами.

Размер частиц в электроде неоднороден, но имеет распределение по размеру и соотношению сторон. Влияние распределения частиц по размерам было исследовано Дарлингом и Ньюманом. Авторы показали, что электроды с распределением частиц по размерам имеют большее твердофазное сопротивление и более длительное время релаксации, чем электрод с равномерным размером частиц. Частицы различных размеров также имеют различную плотность упаковки по сравнению с однородными частицами и эти расхождения в размерах влияют на пористость электрода. Можно оптимизировать пористость электрода для максимального использования, изменив распределение частиц по размерам. Однако такой точный контроль за пространственным распределением внутри электрода трудно достичь на практике, и выигрыш в плотности энергии незначителен по сравнению с оптимально спроектированной ячейкой с равномерным распределением пористости.

3.5 Толщина и пористость электрода

Рассмотрим морфологические переменные электрода при оптимальных решениях. На рис. 3.4 показаны оптимальные значения толщины и пористости электрода при изменении скорости разряда.

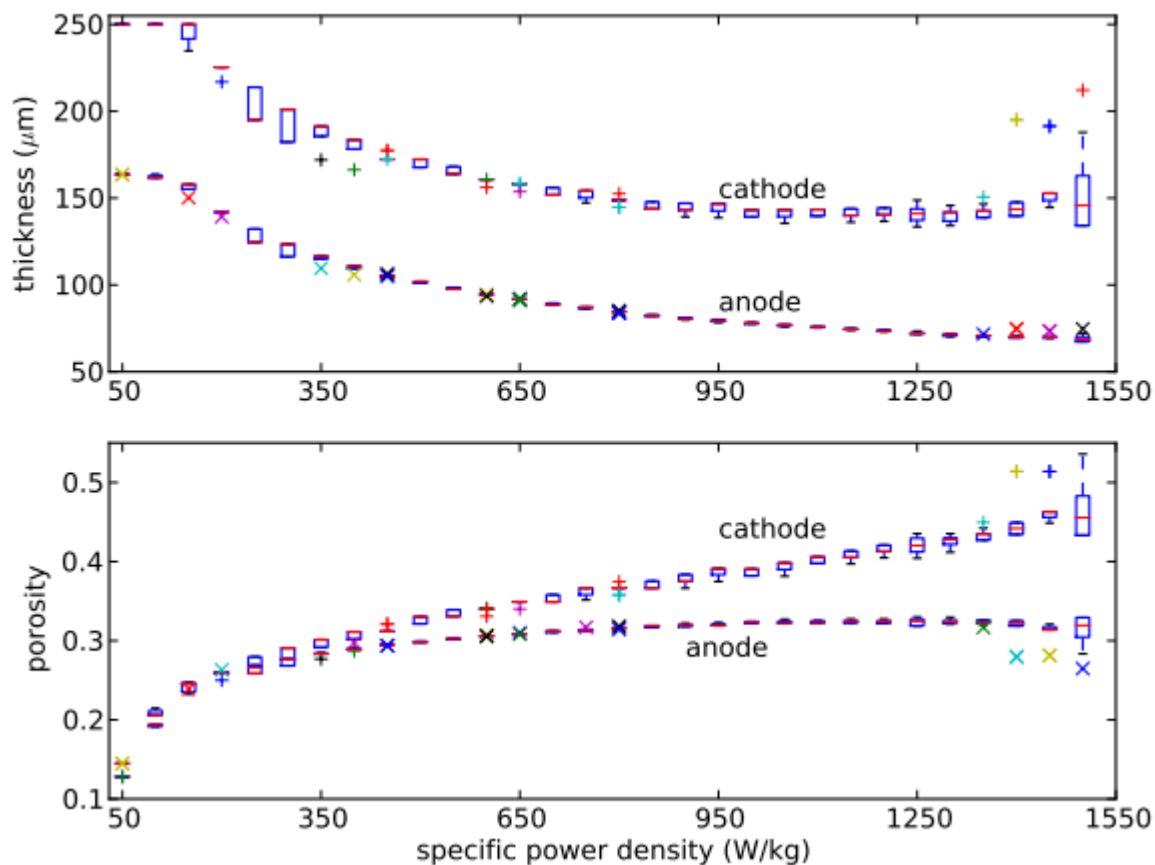


Рисунок 3.4- Изменения толщины электрода и пористости оптимальных конструкций ячеек в зависимости от мощности

При увеличении скорости разряда предпочтительнее использовать более тонкий и пористый электрод для удовлетворения требований к скорости переноса. Сочетание уменьшенной толщины электрода и увеличенной пористости уменьшает количество активных материалов в ячейке и, следовательно, снижает энергетическую емкость ячейки.

На рис. 3.4 также показано, что оптимальная конструкция ячейки требует более толстой и пористой положительный электрод в паре с более тонким, менее пористым отрицательным электродом. Это связано с разницей в объемных кулоновских емкостях между двумя электродами (633 мАч/см^3 против 841 мАч/см^3). Поэтому положительный электрод толще отрицательного, чтобы сбалансировать емкость заряда. Более высокая пористость требуется в толстом электроде, чтобы обеспечить адекватная скорость переноса ионов, что, в свою очередь, приводит к тому, что электрод становится еще толще. Это показывает, что для достижения оптимальной плотности энергии необходимо, чтобы толстый электрод либо имел очень высокий коэффициент переноса, либо был изготовлен из мелких частиц, чтобы соответствовать требованиям массопереноса и максимизировать эффективность упаковки активных материалов.

Соотношение положительных и отрицательных веществ, задано:

$$\gamma_M = \frac{L_+ \epsilon_+ \rho_+}{L_- \epsilon_- \rho_-} \quad (3.4)$$

Где L – это толщина электрода, ϵ - массовая доля активных материалов, ρ – плотность твердого тела, а знаки + и – обозначают положительный и отрицательный электроды соответственно.

Оптимальные массовые соотношению находятся в промежутке от 2,77 до 2,85, как показано на рисунке 3.5, что является оптимальным соотношением 2,8. Результаты оптимизации также показывают, что оптимальное соотношение массы для хорошо спроектированной ячейки не является постоянным значением, а является линейной функцией мощности ячейки, хотя общее изменение соотношения массы составляет менее 3%. От положительного к отрицательному коэффициент емкости заряда электрода также показан на рис. 3.5 и представлен следующим образом:

$$\gamma_C = \gamma_M \frac{q_+ \Delta y}{q_- \Delta x} \quad (3.5)$$

Где q - - кулоновская емкость активного материала, мАч/г, Δy и Δx – изменение стехиометрических коэффициентов в катоде и аноде.

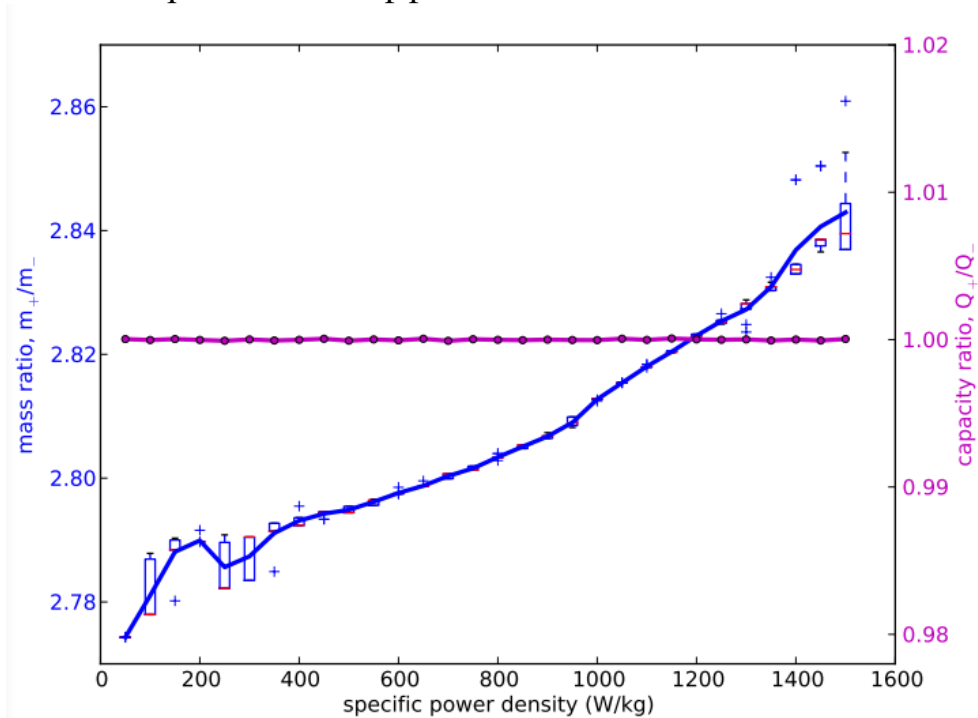


Рисунок 3.5 - Соотношение массы активного материала и емкости заряда для оптимальной конструкции ячеек

Для всех оптимизированных ячеек существует баланс между соотношением положительных и отрицательных зарядов. Это результат сохранения заряда. Если принять во внимание состояние заряда, оставшийся в ячейке при напряжении отсечки, фактический коэффициент ёмкости варьируется от 0,99 до 1,02. Небольшой дисбаланс в соотношениях мощностей максимизирует диапазон SOC, в течение которого напряжение ячейки превышает напряжение отсечки, и впоследствии максимизирует количество полезной энергии, выделяемой во время гальваностатического разряда. В практических конструкциях ячеек отрицательный электрод часто имеет большую емкость, чтобы обеспечить полное использование положительного

электрода и компенсировать потерю циклируемого лития из-за побочных реакций, таких как образование слоя раздела твердых электролитов (SEI). Такие побочные реакции не включены в текущую модель, и их влияние на поведение клеток игнорируется. Близость коэффициентов емкости к единице для оптимальных конструкций ячеек при любых требованиях к мощности подтверждает подход, требующий баланса заряда в электродах для предварительного проектирования ячеек.

3.6 Проводимость и диффузионность

При запуске оптимизации из различных начальных точек, значения диффузии и проводимости не сходятся к определенным значениям при оптимальных конструкциях.

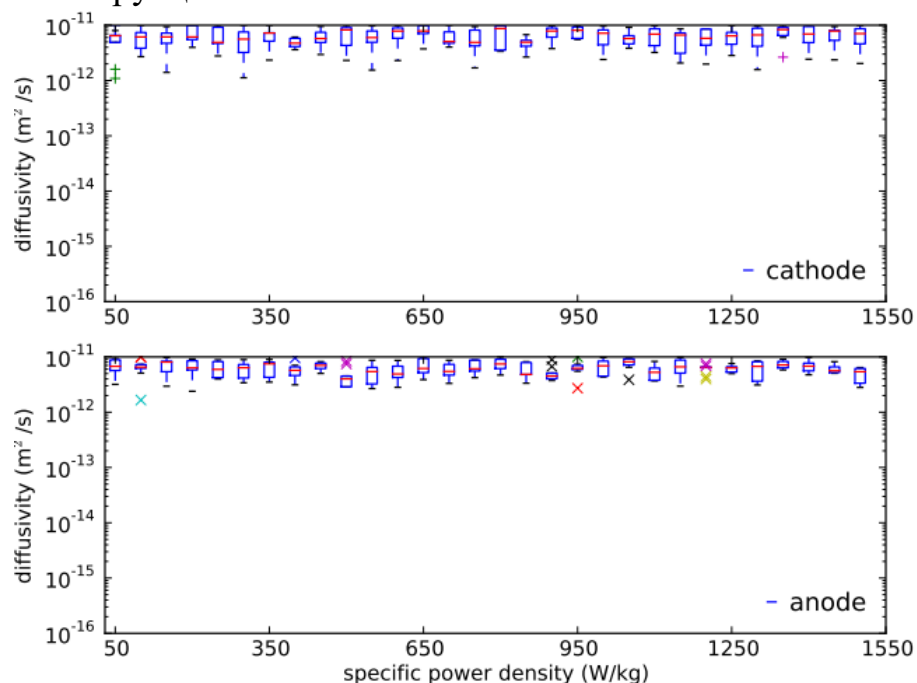


Рисунок 3.6 - Вариации диффузии при оптимальных конструкциях ячеек. Диффузия должна быть высокой при оптимальных конструкциях ячеек, чтобы облегчить движение ионов.

Диапазон значений проводимости, используемый в исследовании, отражает катод, уже легированный углеродными добавками, повышающими проводимость. Однако в данном диапазоне производительность ячейки не чувствительна к изменениям. Диапазоны диффузии при оптимальных конструкциях ячеек показаны на рис. 3.6, где показаны изменения диффузии во всем диапазоне диффузии, и 3.7, а также представлен вид крупным планом, охватывающий только один порядок величины. Видно, что во всех случаях значения диффузионности оптимальных конструкций сходятся близко к верхней границе, причем значения варьируются от 10^{12} до 10^{11} м²/с.

Учитывая, что граница диффузии охватывает 5 порядков величины, оптимальные диапазоны достаточно малы. Производительность литий-марганцевых батарей связана с безразмерным временем τ , которое определяется как отношение между временем разряда t_{dis} и временем диффузии t_{dif} [69], т.е.,

$$\tau = \frac{t_{dis}}{t_{dif}}; \quad t_{dif} = \frac{r^2}{D_s} \quad (3.6)$$

где r и D_s - радиус твердых частиц и объемная диффузия в положительном электроде.

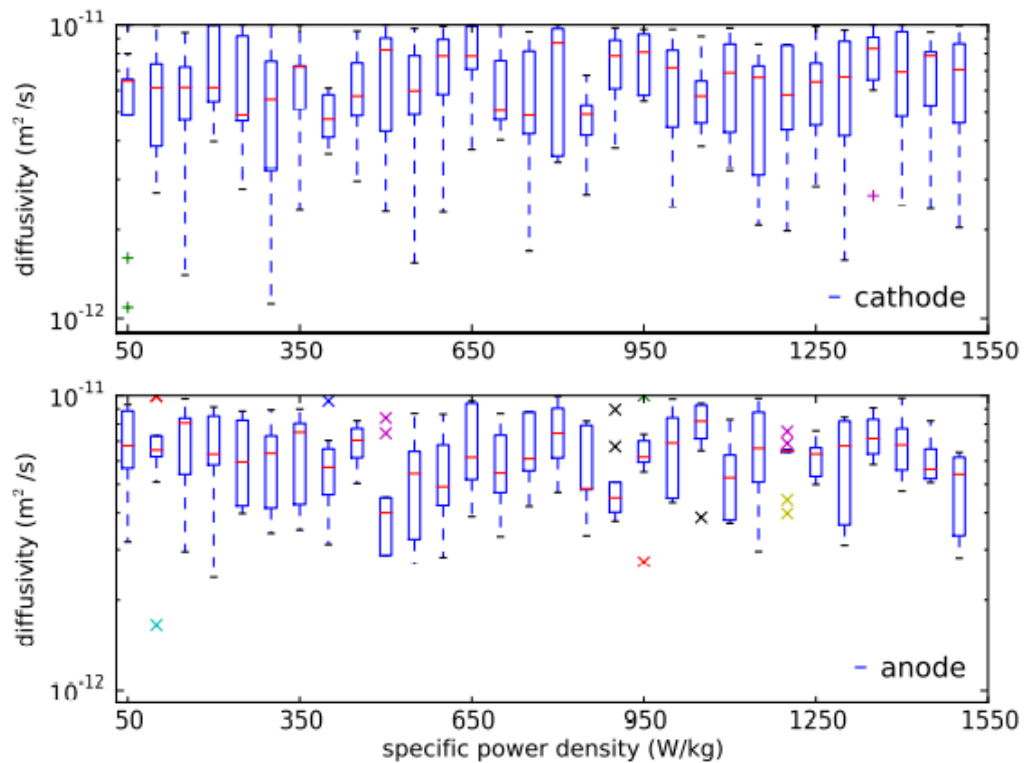


Рисунок 3.7 - Крупный план распределения диффузии при оптимальной конструкции ячеек.

Конструкции ячеек, для которых τ больше единицы, демонстрируют очень незначительное увеличение энергетической емкости при дальнейшем увеличении диффузионной способности. Все оптимальные конструкции сходились к наименьшим размерам частиц, заданным нижней границей, и, следовательно, это приводит к очень большому τ , даже при высоких скоростях цикла, так что ячейки ограничены диффузией только тогда, когда объемная диффузия близка к нижней границе $10^{-16} \text{ м}^2/\text{с}$.

Для изучения влияния диффузионности на плотность энергии в оптимальных расчетных точках проводится одномерная развертка диффузионности с фиксированными всеми остальными расчетными параметрами. Различия между плотностями энергии и максимально достижимыми значениями построены в зависимости от объемной диффузии и безразмерного времени τ на рис. 3.8. Показано влияние диффузии на плотность энергии при четырех репрезентативных скоростях разряда. Значения безразмерного времени τ при оптимальных конструкциях ячеек для всех четырех ячеек намного больше единицы. Поскольку значение τ уменьшается с уменьшением диффузионности, плотность энергии ячейки также уменьшается, но уменьшение не является значительным.

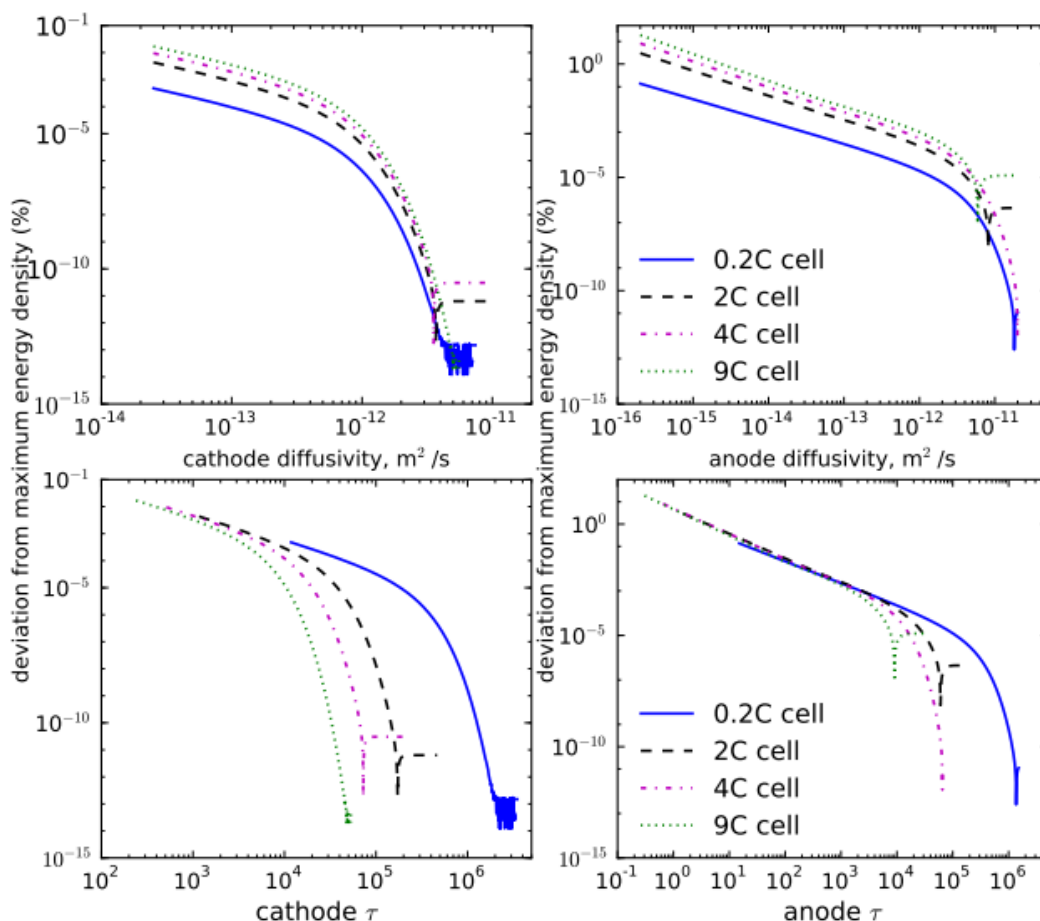


Рисунок 3.8 - Изменение плотности энергии в зависимости от нормированной диффузионности

Как показано на графиках справа на рис. 3.8, снижение плотности энергии составляет более 1% только тогда, когда анод τ близок к значению единицы, что соответствует снижению диффузионности на три порядка от ее оптимальных значений. На рис. 3.8 также показано, что влияние диффузионности на плотность энергии увеличивается по мере увеличения потребности в энергии ячейки. Этого следует ожидать, поскольку более высокая мощность ячейки требует более высокой эффективной скорости диффузии, которая прямо пропорциональна объемной диффузии.

Цель проведенного здесь анализа состоит в том, чтобы количественно оценить влияние диффузионности на производительность клеток. Результаты для таблицы 3.3 и рисунка 3.8 показывают, что ячейки с неоптимальной диффузией испытывают лишь небольшое снижение плотности энергии, если можно гарантировать оптимальность других расчетных переменных.

3.7 Практическая оптимизация батареи

Результаты исследования дали теоретические рекомендации по оптимизации производительности батареи. Максимизация плотности энергии литий-ионного элемента батареи требует сочетания оптимального инженерного проектирования, обеспечиваемого с помощью численной оптимизации, а также точного производственного контроля над проектными параметрами. Оптимальное соотношение массы часто упоминалось в

экспериментальных и имитационных исследованиях как ключ к максимизации емкости батареи. Это в основном функция емкости заряда активных материалов, однако она также зависит от других аспектов, таких как оставшаяся емкость при напряжении отключения и количество лития, потерянного в слое стыка твердого электролита.

Учет дополнительных факторов приводит к отклонению отношения масс от оптимального, заданного балансом емкости заряда, и точное значение может быть получено с помощью результатов оптимизации. Морфологические изменения, вызванные нагрузками внешнего давления на батарею, необходимо учитывать, чтобы обеспечить правильное распределение пористости электрода для удовлетворения требований к массопереносу.

Сжатие электродов из-за сборки батареи или механической нагрузки может изменить состав пористости на целых 40%. Поэтому важно смоделировать внешнюю среду аккумуляторного блока, чтобы гарантировать, что свойства электродов после сборки максимально приближены к теоретическим рекомендациям по проектированию. Контроль качества электродных материалов является ключевым аспектом обеспечения высокой плотности энергии.

Процессорное время и количество итераций, необходимых для достижения сходимости, показаны на рис. 3.9. Из-за рандомизированных начальных точек количество итераций, необходимых для достижения сходимости, значительно отличается. Среднее время процессора уменьшается по мере увеличения энергопотребления ячейки. Оптимизация для ячейки 50 Вт/кг/м², что соответствует циклической скорости в 0,2 С, в среднем требуется 62 часа для достижения конвергенции; в то время как ячейке 1500 Вт/кг/м² (9 С) требуется около 26 часов. Это связано с тем, что маломощная ячейка требует больше временных шагов для достижения напряжения отсечки и, следовательно, требует более длительного процессорного времени на оценку функции.

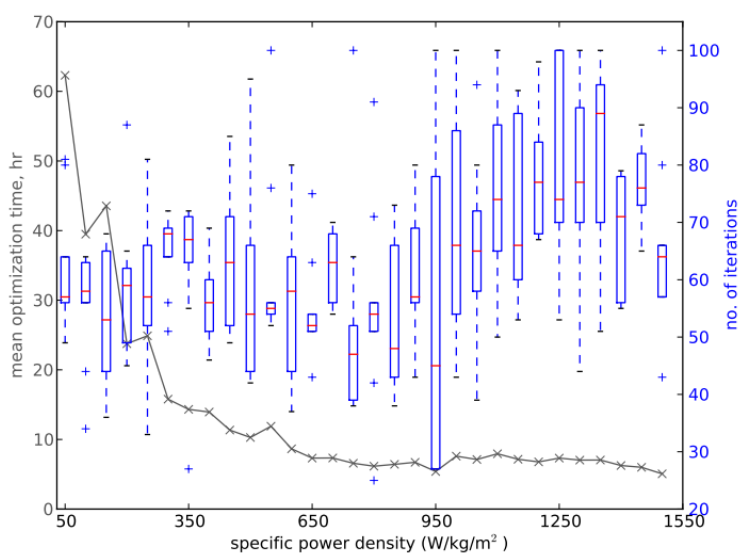


Рисунок 3.9 – Количество итераций и время оптимизации в зависимости от потребляемой мощности

Выводы по третьей главе

В данном исследовании разрабатывается новая численная структура, с целью автоматизировать проектирование ячеек и обеспечить математически оптимальные конструкции.

Здесь показана полная конструкция ячейки, учитывающая как морфологические, так и транспортные параметры, и количественно определены численные соотношения изменения оптимальных параметров электрода в зависимости от потребляемой мощности. Структура оптимизации на основе градиента способна эффективно находить оптимальные конструкции ячеек для каждого требования к мощности.

Все оптимальные конструкции батареи имеют минимальный размер частиц и толщину сепаратора, что минимизировать длину диффузионного пути и уменьшить массу неэнергетического компонента.

Текущая структура способна получить математически оптимальные конструкции и обеспечить точные морфологические параметры электродов, необходимые для достижения максимальной плотности энергии.

4. Разработка дизайна электромобиля, ориентированного на дизайн автомобиля

4.1 Предпосылки к переменам в дизайне электромобиля

Существует необходимость изучения конструкции автомобилей с двигателями внутреннего сгорания прошлых лет. Это связано с тем, что автомобили тесно связаны с технологическими изменениями и социальными изменениями, а дизайн наиболее быстро приспосабливается к технологическим и социальным изменениям. В обществе технологического и социального хаоса, которое быстро меняется, как это происходит сейчас, трудно предсказать движение только в направлении технологического и социального расширения автомобиля. Конечно, появление новых автомобильных технологий требует больших исследовательских усилий для прогнозирования новых конструкций, которые могут быть применены к этим технологиям. Целью исследования является активизация электромобилей, которая стоит на начальном этапе трансформации в автомобильном дизайне. Начало изменений в электромобилях — это также начало изменений в автомобильном дизайне. Автомобильные компании предлагают от небольшого до широкого диапазона дизайнерских решений для автомобиля

Проектирование электромобилей — это новый смысл для автомобильных дизайнеров. Другими словами, важность дизайна электромобилей растет больше, чем техническая. Причина этого заключается в том, что электромобили имеют более низкий барьер входа, чем автомобили с двигателями внутреннего сгорания, и дизайнерские различия, а не технические различия, покажут реакцию рынка. Обусловлено это тем, что несмотря на популяризацию электромобиля, данный вид транспорта все равно остается редким на дорогах.

Введение нового имиджа электромобилей является важной частью. В истории автомобилестроения автомобильные компании второго уровня, которые только начали свою деятельность (в Китае), или те, кто хочет выйти на автомобильный рынок, получают такую возможность, и существующие автомобильные компании могут создать новый сектор рынка. Например, если вы были дизайнером в Volkswagen, перешли в Volvo Cars и стали дизайнером в качестве главы Volvo electric car Polestar, это опровергает важность дизайна. Конструкция электромобиля такая же, как и у стартовой линии.

4.2. Методы исследования

Развитие автомобильных технологий, по-видимому, является изменением в автомобильном дизайне. В автомобильной технике технологическое развитие двигателей внутреннего сгорания связано с расположением двигателя, и когда вы понимаете конструкцию автомобиля, формируется и видение авто в целом. Пример можно увидеть на рисунке 9.

Форма и пропорции автомобиля были обрезаны в течение длительного времени, и автомобиль был разделен в соответствии с его использованием. Многие автомобильные дизайнеры понимают расположение двигателя только по внешнему виду автомобиля. Причина этого заключается в том, что автомобиль с двигателем внутреннего сгорания имеет функциональные особенности в соответствии с положением двигателя, которые кажутся формирующими, и дизайнер не упускает функциональные особенности в соответствии с положением двигателя и естественным образом внедряет их в стиль автомобиля.

Изменение внешней формы автомобиля, которое связано с положением двигателя, который является двигателем внутреннего сгорания, является почти последним. Исследуется диапазон от изменения формы автомобиля, связанного с формой кузова по положению двигателя, до прогнозирования изменения положения аккумулятора в электромобиле. В этом исследовании автономные автомобили были исключены из сферы исследования. Изучив конструкцию автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, мы прогнозируем изменения в конструкции электромобилей на основе технического исследования электромобилей.

Когда конструкция автомобиля с двигателем внутреннего сгорания сильно классифицирована, ее можно разделить на ходовую часть (шасси) и кузов (кузов). Ходовая часть автомобиля делится на раму, двигатель, силовую передачу, подвеску, рулевое управление, торможение, освещение, а внешняя часть автомобиля соответствует кузову автомобиля как части скелета и каркаса. В частности, положение двигателя в конструкции этих автомобилей является наиболее влиятельной частью дизайна автомобиля.

Классификация по положению и способу привода двигателя автомобиля подразделяется на способ привода на передние колеса (тип FF), способ привода на задние колеса переднего двигателя (тип FR), способ привода на задние колеса заднего двигателя (тип RR), полный привод (тип 4WD). Тогда подход к дизайну немного отличается. Следует пересмотреть проектные показатели, такие как высота выступающего капота, которая была сохранена из-за радиатора, расположенного перед двигателем. Естественно, такие понятия, как FF, FR и midship, также должны быть заполнены

Можно разделить автомобили на классификацию в соответствии с типом двигателя автомобиля и классификацию в соответствии с расположением и способом привода двигателя. Бензин, дизельное топливо, сжиженный газ, гибридные, электрические и т.д. делятся в зависимости от использования топлива. Автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания, работающим на бензине, является бензиновым автомобилем, автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания, работающим на легком масле, является дизельным автомобилем, автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания, работающим на сжиженном газе, является автомобилем на сжиженном газе, экономичный автомобиль, использующий два источника питания, является гибридным автомобилем, автомобиль с аккумуляторной батареей и, однако, изменение конструкции с установкой

топлива не оказывает существенного влияния на тип существующего автомобиля, кроме электромобилей, или классификацию в соответствии с расположением двигателя и способом привода.

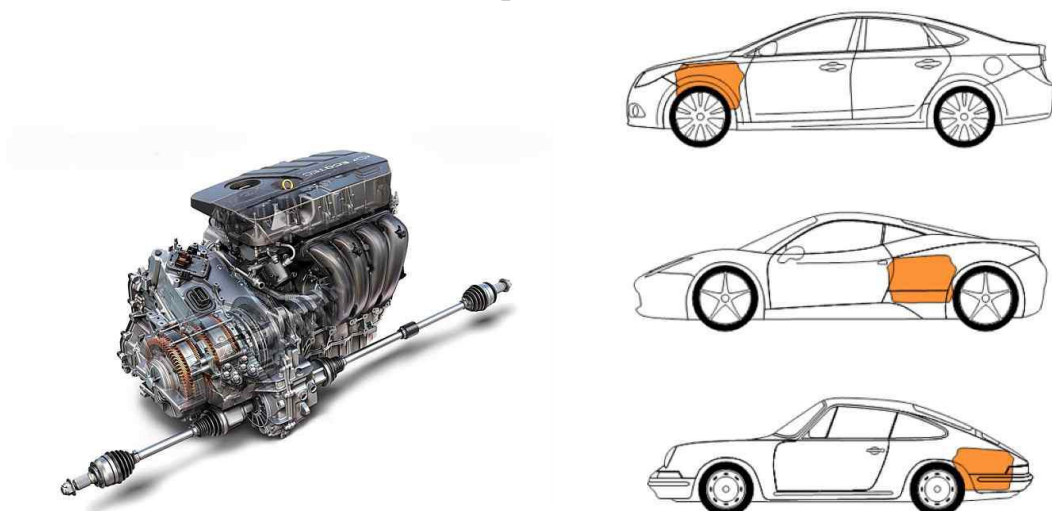


Рисунок 4.1 – Расположение двигателя

На приведенном выше рисунке цветная часть выделяет допустимое расположения двигателя автомобиля

Структура автомобиля является важным фактором в дизайне автомобиля. Расположение двигателя связано с целью использования.

Разница в формовании, видимая по внешнему виду, в конечном итоге проявляется как разница в структуре.

В автомобильном дизайне наиболее влиятельной является классификация по положению и приводу двигателя, которая составляет довольно большую часть автомобиля. Однако, в принципе, нет существенной конструктивной разницы между двигателем внутреннего сгорания и изменением конструкции автомобиля.

4.3. Дизайн электромобиля

Электромобиль, как следует из названия, — это автомобиль, который движется только на электрической энергии. Нет выхлопных газов и шума от существующих автомобилей. В последние годы из-за роста загрязнения окружающей среды и нехватки ресурсов, на рынке жесткая конкуренция за разработку электромобилей соответствующим экологическим аспектам.

На самом деле электромобили исторически развивались в то время, когда они были похожи на автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Он был впервые разработан в 1873 году, и даже первым, кто преодолел 100 км/ч, был электромобиль, а не автомобиль с двигателем внутреннего сгорания. Однако электромобили в то время были плохими по производительности из-за технических ограничений, и было много серьезных проблем, таких как высокая цена, тяжелая батарея и длительное время зарядки, в то время как автомобили с двигателями внутреннего сгорания были оснащены отличной

производительностью и скоростью благодаря системам массового производства и непрерывным улучшениям.

Электроника в то время не была исследована настолько, чтобы соревноваться по производительности с быстрым развитием двигателя внутреннего сгорания. В конце концов, электромобили потеряли свою конкурентоспособность и исчезли с рынка.

Двигатель внутреннего сгорания, генерирует тепло, которое делает двигатель горячим. Решетка радиатора, устройство, которое будет охлаждать горячий двигатель, и две выхлопные трубы, одна из которых должна выпускать после сжигания ископаемого топлива. Эти два фактора являются важными факторами в создании имиджа дизайна автомобиля. Ведь у электромобиля нет выхлопной трубы, что уже является отличительной чертой в дизайне.

4.4 Особенности дизайна

После инцидента с дизельгейтом Volkswagen электромобили уже вызвали у многих любопытство и заняли определенное место на рынке авто потребителей. Стала появляться потребность в оригинальном дизайне электромобилей, а не в автомобильном дизайне из-за структурной ассоциации существующих автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

Электромобили — это область, в которой дизайн имеет бесконечный потенциал для развития в будущем, поскольку автомобильные компании стремятся развиваться. Самая большая проблема с электромобилями — это батареи, которые являются источником энергии. Легкий вес, небольшое количество и короткое время зарядки аккумулятора являются необходимыми условиями для практического использования электромобилей. Кроме того, зарядные станции должны быть более популярными. Эксперты утверждают, что "электромобили теперь не являются машинами воображения. Во всем мире продажи электромобилей стремительно растут с каждым годом. Преимущество электромобилей в том, что это "чистые автомобили, которые не выделяют выхлопных газов", но на самом деле это не так. Положение двигателя существующего автомобиля с двигателем внутреннего сгорания является важным фактором при проектировании.

Изменения в деталях впуска и капота, а также выхлопной трубы являются важными конструктивными элементами конструкции, но в случае электромобилей они отсутствуют в конструктивных элементах из-за конструктивных причин двигателя внутреннего сгорания.

Чем больше точка капота расположена сзади, тем больше может быть двигатель и тем меньше внутреннее пространство.

Машинное отделение настолько велико, что естественно создается образ высокой производительности. Для автомобильных компаний BMW они мобилизуют технологии и средства, чтобы разместить точки капота немного дальше назад для получения высокопроизводительного пространства. Однако

сами электромобили не имеют относительно большого машинного отделения, поэтому формовка автомобиля разительно отличается.

Во - первых, это можно считать высокой энергоэффективностью. Бензиновые автомобили потребляют только около 30% энергии, которой обладает бензин, и используют ее в качестве движущей силы, но электромобили преобразуют около 80% электрической энергии в движущую силу. Есть определенные потери в процессе производства или поставки электроэнергии, но очень мало потерь энергии. Кроме того, зарядка с использованием недорогого ночного электричества стоит всего около одной десятой бензинового автомобиля, который может похвастаться низким расходом топлива. Энергия ветра или использование электроэнергии, вырабатываемой солнечной энергией и т.д.

Во-вторых, нет необходимости в передаче. Бензиновые автомобили должны регулировать скорость и количество оборотов с трансмиссией, потому что эффективность двигателя может быть преобразована в движущую силу, и зависит от количества оборотов. Однако в случае электро двигателей существует небольшая разница в эффективности преобразования мощности в мощность привода независимо от количества оборотов. Так что в передаче нет необходимости. Когда вам нужна большая мощность, вы можете поставлять больше энергии.

В-третьих, электромобили обладают очень мощным ускорением при колебаниях. Это связано с тем, что двигатель может оказывать самое сильное усилие при запуске вращения в неподвижном состоянии. Мощное ускорение колебаний - отличная особенность электромобилей.

Что важно в автомобильном дизайне, так это то, что, когда определяется назначение автомобиля, соответственно определяется и структура автомобиля. Структура заданного автомобиля — это работа по созданию важной формы автомобильного дизайна. Другими словами, все начинается с физической формы формовочного элемента, из которого состоит кузов автомобиля. Кроме того, дизайн автомобиля начинается с важного положения двигателя в двигателе внутреннего сгорания, уникального формовочного образа автомобиля, который есть у каждой автомобильной компании, и работы дизайнера, чтобы выявить пропорции автомобиля.

Пропорциональность автомобиля — это не изменение технологии в зависимости от положения двигателя, а скорее уникальный формовочный образ, который есть у каждой компании, и важна основная масса автомобиля, базовая рама автомобиля, а также разделение пространства по положению и пропорциональности элемента дизайна. Изменение технологии в деталях является характерным фактором, определяющим стиль многих автомобилей.

Небольшое техническое различие или техническое преимущество, созданное по техническим причинам, необходимым для вождения автомобиля, может показаться важной формирующей частью дизайна автомобиля из-за разницы в пропорциях, которая является элементом дизайна автомобиля. Это изменение в тонкой автомобильной технологии не

упускается из виду положением двигателя и целью использования, но формирующим выражением автомобильного дизайнера.

4.5 Перемены в дизайне автомобилей. Влияние на электрические автомобили.

В начале диверсификации автомобильных технологий проблема дизельных автомобилей, вызванная инцидентом с манипуляцией выхлопными газами Volkswagen, стала серьезной проблемой во всем мире, и по мере того, как проблема загрязнения воздуха, вызванного резким ростом автомобилей в Китае, росла, на интерес к электромобилям сильно повлияла проблема экологически чистых автомобилей. В частности, в случае с обычными электромобилями, автомобиль Tesla Илона Маска 7 в США, который предназначался для пассажиров, сигнализировал о начале быстрых изменений из-за расширения емкости аккумулятора за счет высокой производительности и большего размера автомобиля в виде спортивного автомобиля. Такие технические преобразования были обнаружены во многих местах в конструкции автомобилей, сигнализируя о начале изменений в период технических преобразований. В соответствии с такими изменениями автомобильный дизайн изменится на свободную и чувственную форму с активацией электромобилей.

В случае электромобилей, а не существующего рынка автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, выход на рынок намного проще, и технические

Томас Ингенлат, исполнительный директор Polstar, сказал, что Polstar 2 был "построен в соответствии с моделью Tesla 3". Volvo и китайская Geely инвестируют в Polstar 755 миллионов долларов. Volvo была приобретена Geely в 2010 году. Polstar производит автомобили на новом заводе в Чэнду, Китай. Эта новость сразу стала важным ключом к пониманию важности дизайна в электромобилях.

Предполагается, что проектирование электромобилей будет иметь аналогичный процесс. В случае Volkswagen golf в Германии проще всего выразить, что существующий автомобиль преобразуется в электромобиль (e-golf) в раму для гольфа.

Кроме того, преобразование гибридных автомобилей в электромобили также является новой частью дизайна нового электромобиля, не нанося ущерба имиджу существующего автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Есть примеры, когда представительская компания превратила ионный гибридный автомобиль Hyundai в электромобиль, а также EQS Mercedes Benz и e-tron Audi, которые следуют пропорции существующих автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Его нелегко отличить от существующих автомобилей.

Он также разработан и разработан исключительно для электромобилей, чтобы с самого начала преобразовать и отличить от существующих

автомобилей с ДВС. Другими словами, в случае нового электромобиля, который не является обычным изображением автомобиля, представительской компанией является BMW i-3. BMW i-3-это серийный электромобиль с другим языком дизайна, чем существующий ДВС. В последние годы электромобили Honda EV были представлены на Токийском автосалоне с двумя концепт-карами. И это немного отличается от Tesla Motors в Соединенных Штатах, которая с самого начала производит электромобили не традиционным способом.

Если Тесла, то это первый электромобиль, который будет применен к британской Lotus Elan, небольшой автомобильной компании с ручным управлением, которая производит существующее стекловолокно, а затем будет применен к электромобилям с собственным дизайном. Кроме того, высокопроизводительный электромобиль Faraday Future также готовит электромобили для рынка.

4.6. Анализ будущего направления формирования электромобилей

Самой быстро развивающейся компанией трансформации по совпадению стала Tesla среди всех существующих компаний на рынке.

После инцидента с манипуляцией выбросами Volkswagen в Германии автомобильные компании начали действовать всерьез. Кроме того, Китай, который, похоже, уже не имеет никаких шансов с двигателями внутреннего сгорания, находится в центре исследований электромобилей на ранней стадии, поэтому темпы изменений в электромобилях в будущем ускорятся.

Как видно из описанных ранее изменений в индустрии камер, автомобили с ДВС представлены обычной конструкцией стеклянной коробки. Дизайн стеклянной коробки — это стеклянная коробка, поэтому функция интерьера видна, и функция может быть выведена только из внешней формы. Однако случай электромобилей может быть представлен дизайном черного ящика (Black box design 10). Дизайн черного ящика — это черный ящик, который не виден внутри, что затрудняет ассоциацию функции с формой. Тот факт, что такие внутренние функции и внешние формы не аналогичны тем, которые претерпели эти изменения, в основном обусловлен цифровым преобразованием продуктов

Конструкция стеклянной коробки представляла собой автомобиль, который был разработан в соответствии с тонкими техническими изменениями в обычном авто, а технология использования электродвигателя в двигателе внутреннего сгорания позволила создать новый дизайн (дизайн черного ящика), который полностью изменил раму. Другими словами, "форма", появившаяся в дизайне продукта в прошлом, следует за функцией. Термин "форма" следует за чувственностью. "форма следует за интуицией". Это стало ситуацией, которую можно было бы применить как Стефан Сагмейстер (1962 -) Графический дизайнер Стефан Сагмейстер (1962 -)

История визуального дизайнера BEAUTY = FUNCTION стала эпохой, когда слово BEAUTY = FUNCTION широко использовалось в дизайне.

Изменения в дизайне интерьера электромобилей: дизайн от многочисленных кнопок до сенсорных экранов становится довольно простым. Прошло уже много времени с тех пор, как это явление появилось в электронике.

В случае современных автомобилей они состоят из смешанных функций (аналоговых и цифровых), но они понимаются как переходные явления. Нынешние автомобили с аналоговыми кнопками и цифровыми сенсорными экранами одновременно, вероятно, постепенно пройдут переходный период и будут заменены полностью сенсорными экранами. В этом случае важность UX и UI, которые в настоящее время занимают важное место в смартфонах, будет еще больше подчеркнута в автомобильном дизайне. Это уже было испытано, когда мобильные телефоны были превращены в смартфоны.

Даже модернизация электромобилей работает как смартфон в случае с Tesla Motors. Внешняя форма электромобиля все более упрощается, а дизайн интерьера автомобиля, как ожидается, будет упрощен по внешнему виду.

Это значительно изменит дизайн автомобиля. Он изменится быстрее и значительно, чем обычные изменения.

Точно так же, как скорость изменений в обычных автомобилях с двигателями внутреннего сгорания ускорилась, развитие технологий автомобильной промышленности повысило формуемость автомобильных кузовов, что еще больше повысило степень свободы автомобильного дизайна. С изменениями в будущей технологии электромобилей уже началось появление совершенно другого типа мобильных средств от нынешних автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Однако, когда мы видим, что высокие технологии также являются продуктом потребностей общества и окружающей среды, прогнозы на будущее имеют смысл, когда мы рассматриваем не только развитие технологий, но и изменения в человеческом обществе. Это изменение будет все более сложным процессом для операторов готовых автомобилей, таких как традиционные автомобили с ДВС. В этом случае рынок электромобилей будет напоминать рынок смартфонов. Смартфоны уже являются сверхмалыми высокопроизводительными компьютерами, а электромобили следует понимать как компьютеры с колесами. Электромобили создадут новый рынок для перемещения компьютеров для организации человеческой жизни. И это исследование, наконец, началось как исследование дизайна чистых электромобилей, за исключением автономных автомобилей, оснащенных rider, но технологический поток автономного вождения также может предсказать еще одно изменение позже.

Поэтому мы можем тщательно и всесторонне предсказать следующие несколько изменений. Первым прогнозом был случай следования существующему формату, перехода от существующей аналоговой камеры к цифровой камере из-за технологических изменений. Существующие аналоговые камеры были закреплены в виде камер из-за их функционального

положения из-за важности пленки. Из-за этого усвоенная форма использования многими людьми создала стереотип, который имеет нынешняя камера. Конечно, мы пробовали различные морфологические эксперименты в середине, но форма камеры большого стебля не изменилась. С тех пор фильм перешел в цифровой формат без необходимости в различных форматах. Тем не менее, он продолжает форму существующей аналоговой камеры. И еще один прогноз заключается в том, что в случае Билла МоGRIDжа, основателя IDEO Design в США, первый в мире дизайн ноутбука ("Grid Computer", выпущенный в 1982 году) был разработан с учетом веса внешнего (эпидермального) дизайна, но в небольшом ЖК-окне, прикрепленном к ноутбуку, все сосредоточилось на важности дизайна интерфейса, а позже IDEO design увеличил вес дизайна программного обеспечения (UX, UI.) Поскольку изменение в тонком дизайне также является большой разницей, изменение внешнего дизайна каждой компании мобильных телефонов, акцент на важности (патентная борьба Apple и круглое представительство мобильных телефонов Samsung), но общий потребитель не почувствовал большой разницы. BlackBerry на средней четырехъядерной клавиатуре также появился как переходное дизайнерское выражение и с тех пор отошел от потребительского выбора. Это, вероятно, важный пример аналогичного явления, применяемого к электромобилям.

23-го февраля 2021 года компанией Hyundai Motor Group представлена новый автомобиль Hyundai Motor's 'Ioniq 5'. Первая модель, основанная на платформе электромобилей Hyundai Motor Group E-GMP. Это автомобиль, который вызвал большой интерес как амбициозная работа Hyundai Motor Group, которая является полноценным продвижением в эпоху электромобилей.

Презентация нового авто проводилась онлайн, поэтому модель еще не была полностью продемонстрирована миру. Две из них выставлены в здании штаб-квартиры Hyundai Motor Company в Янджэ-донге, Сеул

Однако автолюбители уже оценили дизайн новейшего электромобиля. Сам кузов напоминает очертания лошади, но с более резкими прямыми линиями. Ioniq 5 имеет общую длину 4,635 м. А колесная база (колесная база), которая относится к расстоянию между осями передних и задних колес, составляет 3,0 метра.

Электромобили по-прежнему нуждаются в охлаждении, и общее управление тепловым режимом становится все более важным. Однако для этой цели количество воздуха, которое необходимо ввести в автомобиль, варьируется, поэтому в случае с Ioniq 5 в нижней части переднего бампера был использован «интеллектуальный контроллер воздушного потока».

Дизайн передней части автомобиля напоминает человеческое лицо. Если фары — это два глаза, решетка радиатора была ключевым элементом в дизайне передней части, как нос или рот.

Каждый бренд выбирает, какие изменения он внесет в этот фактор. В то время как некоторые Tesla имеют переднюю конструкцию без большой решетки радиатора, есть BMW, которые увеличивают размер решетки радиатора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе представлен анализ основных проблем литий-ионной аккумуляторной батареи. Определены основные проблемы деградации батареи.

Сформирована модель, определяющая процесс в аккумуляторной батарее для оптимизации конструкции ячейки с целью повышения плотности энергии. В ходе проведения исследования было определено влияние переменных на плотность энергии и производительность ячейки литий-ионной батареи.

Чтобы построить зависимости, были взяты следующие материалы элементов: катод – шпинель оксида марганца, анод – графит, а в качестве электролита – гексафторфосфат лития в диэтилкарбонат. При помощи метода численной оптимизации на одной ячейке была разработана новая численная структура, способная обеспечить математически оптимальные конструкции ячейки.

Результаты оптимизации показали, что сохранение малого размера частиц важно для минимизации длины диффузионного пути. В то же время однородность размеров частиц также имеет решающее значение для обеспечения высокой кулоновской емкости. Усовершенствованный производственный процесс для минимизации контактного сопротивления на границах раздела токосъемник/электрод также играет ключевую роль в минимизации перенапряжения, которое не может быть учтено в модели ячейки на основе транспорта.

Результаты исследования приведены в виде графиков в программе Matlab.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 А. Феофанов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2008.
- 2 Скундин А.М., Современное состояние и перспективы развития исследований литиевых аккумуляторов / А.М. Скундин, О.Н. Ефимов, О.В. Ярмоленко // Успехи химии. - 2002
- 3 Каневский Л.С., Деградация литий-ионного аккумулятора и методы борьбы с ней/ Л.С. Каневский В.С.Дубасова // Электрохимия. - 2005.
- 4 Балагуров, В. А. Проектирование специальных электрических машин переменного тока / В. А. Балагуров. – М., 1982.
- 5 Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. - 3-е изд., перераб. - Л.: Энергия, 1978.
- 6 Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. В 2-х томах. - М.: Издательство МЭИ, 2004.
- 7 Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин / И.П. Копылов - М.: Высш. шк., 2001.
- 8 Сидоров К.М. Перспективные системы тягового электрооборудования для транспортных средств/К.М. Сидоров, Т.В. Голубчик, В.Е. Ютт//Вестник МАДИ. -2012. -№ 1 (28).
- 9 Сидоров К.М. индивидуальный электропривод ведущих колес транспортного средства. результаты разработки и стендовых испытаний/ К.М. Сидоров., В.Е. Ютт, Т.В. Голубчик // Вестник МАДИ. - 2013.
- 10 Short W, D. P. (2006). Preliminary assessment of plug-in hybrid electric vehicles on wind energy markets.
- 11 Armand, M. & Tarascon, J.M., 2008. Building better batteries. Nature, 451(7179)
- 12 Baylis, R., 2009. Battery Technology and Markets: What Role for Cobalt in Future Developments.
- 13 Berdichevsky, G. et al., 2006. The Tesla Roadster Battery System, Tesla Motors.
- 14 Shlyakhtin O.A., Yoon Y.S., Choi S.H., Oh Y.-J // J. Power source 2005. - vol.141
- 15 Tarascon J.M., McKinnon W.R., Coowar F., Amatucci T.N., Guyomard D. // J. Electrochem. Soc. 1994.
- 16 Technical information on the sony Lithium-ion Rechargeable battery/ Sony Corp., 1995
- 17 J.F. Whitacre, K. Zaghbi, W.C. West, and B.V. Ratnakumar, J. Power Sources, 177, p. 540, (2008)
- 18 И.П. Копылов [и др.]. Проектирование электрических машин. В 2 т. Т. 1 / - М.: Энергоатомиздат, 1993.
- 19 Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Г. Соколовский. -М.: Издательский центр «Академия», 2006.

- 20 Электрические машины (специальный курс): Учеб. для вузов по спец. «Электрические машины» / Г.А. Сипайлов [и др.]. - М.: Высш. шк., 1987.
- 21 Сабинин, Ю.А. Частотно-регулируемые асинхронные электроприводы / Ю.А. Сабинин, В.Л. Грузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985.
- 22 Борисевич А.В. Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния // Современная техника и технологии. 2014.
- 23 Е. Чернов // Автомобильная промышленность. – 1993.
- 24 Банников, С. П. Электрооборудование автомобилей / С. П. Банников – 9 М., 1970.
- 25 Bradsher, K., 2009. China Vies to Be World's Leader in Electric Cars. The New York Times
- 26 Гольдберг, О. Д. Качество и надежность асинхронных двигателей / О.Д. Гольдберг. – М., 1978.
- 27 ГОСТ Р 53480–2009. Надёжность в технике. Термины и определения. Российский стандарт
- 28 Cusumano, M.A., 1985. The Japanese automobile industry: Technology and management at Nissan and Toyota, Harvard University Asia Center
- 29 Dolgin, E., 2009. Stimulus money unveiled for green cars. Nature News, 10(1038)
- 30 Hybrid Cars, 2009. Toyota Will Buy Lithium Batteries from Sanyo. Hybrid Cars
- 31 Гурьянов, Д. И. Имитационная модель зарядного баланса автомобильного электрооборудования / Д. И. Гурьянов, В. Н. Козловский, А. Д. Немцев // Автотракторное электрооборудование. – 2002
- 32 Доржинкевич, И. Б. Особенности проектирования электрооборудования электромобиля / И. Б. Доржинкевич // Электротехника. – 1981.
- 33 Ермолин, Н. П. Надёжность электрических машин / Н. П. Ермолин, И.
- 34 FORD News: Electric Vehicle Plan. FORD. 2010.
- 35 TESLA MOTORS. [Online] 2010. <http://www.teslamotors.com/>
- 36 James P. Womack and Daniel T. Jones(1990), The Machine That Changed the World.
- 37 Mwasilu, F., Justo, J. J., Kim, E.-K., Do, T. D., and Jung, J.-W. (2014). Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*
- 38 Ultima Media(2020.3), “Global Vehicle Demand Forecast 2020-2030”, Automotive Logistics .
- 39 Hato, Y., Chien, H. C., Hirota, T., Kamiya, Y., Daisho, Y., and Inami, S. (2015). Degradation predictions of lithium iron phosphate battery. *World Electric Vehicle Journal*

- 40 Иванов, В. С. Контроль качества продукции в машиностроении / В. С.
- 41 U.S. Dept. of Energy(2020), 2020 U.S. Energy & Employment Report .
- 42 Hatziaargyriou, N., Asano, H., Irvani, R., and Marnay, C. (2007). Microgrids. *IEEE Power and Energy Magazine*
- 43 Digital Times, "Бизнес электромобилей по странам", 2011. -25с
- 44 Вестник экономики, "Запуск полностью электрического транспортного средства № 1", 2011.
- 45 КИЕТ, " Тенденции развития и политики в области электромобилей и текущие события в развитых странах. Точка зрения", 2010.
- 46 Статья Joongang Ilbo, "Появились электромобили, заимствованные в Париже", 2011.
- 47 The Very Economy, "China is winning with Electric cars," 2011.
- 48 Kempton, W. and Tomic, J. (2005). Vehicle-to-grid power fundamentals: Calculating capacity and net revenue. *Journal of Power Sources*, 144
- 49 Korea Export and Import Bank,"China Electric Vehicle Industry Outlook and Trends, " Mercury Overseas Economy, 2009
- 50 C. Wagner, *Acta Metall.* **19**, 843 (1971).
- 51 M. Fetcenko, S. Venkatsan, and S. Ovshinsky, *Proceedings of the Symposium on Hydrogen Storage Materials, Batteries and Electrochemistry*, The Electrochemical Society (1992), p. 141.
- 52 J. J. G. Willems, *Philips J. Research*, Vol. 39 Suppl. No. 1 (1984).
- 53 Пак Ки Хек, "Автомобиль и IT Fusion Smart Car War", Dong-A M & B, 2016.
- 54 Чхве Чжин Сок, Чхве Чон Хек, "Автомобильная империя", Корейский экономический журнал, 2015.
- 55 E. Justi, H. Ewe, A. Kalberlah *et al.*, *Energy Conversion* **10**, 183 (1970).
- 56 Пак Ен Чжэ, Чан Ик Кю, Хам Сон Хун, Ким Хон Ген, "Автомобильная инженерия", Samsung Books, 2011.
- 57 Пиотровский Л. М., Васютинский С. Б., Несговороев Е.Д. Испытание электрических машин. Ч. 2. М., 1960.
- 58 N. Furukawa, Abstract No. 48, *The Electrochemical Society Extended Abstracts*, p. 72, Honolulu, Hawaii, May 16-21, (1993).
- 59 P Gorny, Monitoring and Health prognosis of Lithium-Ion battery system // Piotr Gorny, Piotr Morz, Tadeusz UHL // 8th European Workshop On Structural Health Monitoring (EWSHM 2016), 5-8 July 2016
- 60 Tobishima S., Yamaki J., Hirai T.//*J.Appl.Electrochem.* 2000.vol
- 61 Слипченко Н.И., Письменецкий В.А., Гуртовой М.Ю., Махлова В.О. Определение оптимальной дальности пробега электромобиля с учетом его основных параметров – Восточно – европейский журнал передовых технологий, 2013

- 62 Конструкция и расчёт электрического оборудования электроподвижного состава: учебник / В.В. Бирюков. –Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. –328 с.: ил. (Серия «Учебники НГТУ»)
- 63 H. Ogawa, M. Ikoma *et al.*, Power Sources (1988).
- 64 Основы расчетов движения автомобилей по дорогам [Электронный ресурс]
- 65 W Choi and A Manthiram. Comparison of metal ion dissolutions from lithium ion battery cathodes. Journal of The Electrochemical Society, 153(9):A1760–A1764, 2006.
- 66 XL Li, K Du, JM Huang, FY Kang, and WC Shen. Effect of carbon nanotubes on the anode performance of natural graphite for lithium ion batteries. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 71(4):457–459, 2010
- 67 Marc Doyle, Thomas F Fuller, and John Newman. The importance of the lithium ion transference number in lithium/polymer cells. Electrochimica Acta, 39(13):2073– 2081, 1994.
- 68 John Newman. Optimization of porosity and thickness of a battery electrode by means of a reaction-zone model. Journal of the Electrochemical Society, 1995.
- 69 Wenbo Du, Amit Gupta, Xiangchun Zhang, Ann Marie Sastry, and Wei Shyy. Effect of cycling rate, particle size and transport properties on lithium-ion cathode performance. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2010.
- 70 DV Ragone. Review of battery systems for electrically powered vehicles. Society of Automotive Engineers, 1968
- 71 Ли М. Аккумуляторные батареи. Твердотельные аккумуляторные батареи электромобиля: научная статья/Вестник Satbayev University, 2021
- 72 Ли М., Канажанов А. Система кондиционирования в современных электромобилях: научная статья/Вестник Satbayev University, 2020

М.В. Ли, А.Е. Канажанов, К.К. Шалбаев
Satbayev University, Алматы, Казахстан
*e-mail: marialed.0204@gmail.com

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ. ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Аннотация. Большинство электромобилей имеют дальность действия менее 300 миль, на перезарядку аккумуляторной батареи уходит более часа, они теряют почти одну треть своей емкости элементов в течение 10 лет и представляют серьезную угрозу безопасности при работе с легковоспламеняющимися материалами, что приводит к взрыву. В данной статье рассмотрены различные типы аккумуляторов электромобилей, их работа, преимущества и недостатки. Твердотельные батареи – аккумуляторная технология будущего, одно из самых активных направлений исследований вторичных батарей. Научное сообщество считает, что литий-ионные батареи достигли своего предела, твердотельные батареи в последние годы рассматриваются как батареи, которые могут унаследовать состояние литий-ионных батарей. Представлена тенденция внедрения и широкого использования твердотельных батарей в современном электромобиле.

Ключевые слова: батарея, экология, твердотельная батарея, литий-ионные батареи.

Введение. Электромобили появились задолго до открытия первого топливного двигателя, однако свой пик обрели только сейчас. В настоящее время, данный тип транспорта пользуется наибольшей популярностью, хоть и остается доступным не для всех. В Казахстане не так распространены электрокары, однако на маршрутах уже встречаются электробусы.

Широкая востребованность связана не только с ценами на нефть, но и с поддержанием экологии. Общеизвестный факт – электромобиль считается экологически чистым транспортом, который не выбрасывает в воздух выхлопные газы. К тому же, в случае ДТП электромобиль надежнее, нежели машина с ДВС. Несмотря на то, что уже доказано, что электромобили тоже возгораются, случается это крайне редко. Источниками возгорания выступали аккумуляторы, в основном, из-за аварии, механического повреждения и короткого замыкания во время подзарядки. Разработчики Tesla постоянно модернизируют свое авто и ведут работу над ошибками, так батарейный отсек был улучшен и упрочнен новыми материалами (алюминий и титан).

На данный момент уже изобретены твердотельные литиевые аккумуляторы, которые не содержат жидкости и способны выдерживать высокие температуры. Что в свою очередь сводит риск возгорания к минимуму.

АКБ или аккумуляторная батарея – это источник постоянного тока, как правило состоит из нескольких аккумуляторов и предназначен для накопления, хранения и расходования энергии. Благодаря обратимости химических процессов, а именно преобразованию химической энергии в электрическую, аккумулятор можно многократно заряжать и разряжать.

История создания берет начало в Италии, когда опытным путем Алессандро Вольта создал первый источник постоянного тока, позже получивший название «Вольтов столб». Это было невероятное открытие, когда Вольта обнаружил, что, опустив 2 металлические пластины – медную и цинковую в емкость, наполненную кислотой, и соединив их проволокой, по последней идет ток.

Аккумуляторные батареи нашли применение во многих отраслях. Трудно представить современный мир без использования аккумуляторов. Они используются в бытовой технике, автомобилях и также выступают в качестве источников резервного питания.

Основная часть. Характеристики АКБ и сфера применения зависят от материала электрода и состава электролита. Существует свыше 20 типов аккумуляторов, но самыми распространенными считаются следующие: свинцово-кислотный, никель-кадмиевый, никель-

солевой, литий-ионный, никель-металл-гидридный, никель-водородный, железо-никелевый, серебряно-кадмиевый.

Каждый аккумулятор оптимизирован под разнообразные условия и обусловлен передачей определенной удельной энергии. Благодаря использованию в качестве электродов и электролитов различные химические элементы, ученым удается достигать нужных характеристик аккумулятора для той или иной области применения.

Свинцово-кислотный аккумулятор можно считать самым часто используемым из всех вышеперечисленных. Он был изобретен еще в 19 веке Гастоном Планте. Как понятно из названия, батарея состоит из свинца и кислоты. Она плотно упакована свинцовыми и оксидо-свинцовыми пластинами, что делает ее более тяжелой чем остальные виды батарей. Если поместить свинцовую пластину и оксидо-свинцовую пластину в серную кислоту и подключить к ним лампочку с помощью проводов, то замыкая цепь светодиод загорается. Ток протекает от оксидо-свинцового катода к свинцу анода, свинец выделяет электроны, который оксид свинца принимает. Этот обмен превращает обе пластины в твердый сульфат свинца.

Как правило батарея либо имеет большую плотность энергии, либо мощности. Разница состоит в том, что батарея с высокой плотностью энергии может сохранять большое количество энергии и отдавать постепенно, батарея с большой мощностью создана для того, чтобы отдавать энергию в большом количестве быстро и сразу, например завести машину.

Однако свинцово-кислотный аккумулятор не очень надежен для использования в качестве автомобильного аккумулятора, если несколько раз доводить батарею до полной разрядки, есть вероятность ее уничтожить. Это происходит из-за запекания сульфатом свинца пространства между пластинами внутри батареи. Это является доказательством того, что в зависимости от применения следует использовать соответствующие типы аккумуляторов.

Так, в качестве аккумулятора электромобиля используются литий-ионные батареи, так как они обладают наилучшими показателями. Литий ионный аккумулятор был изобретен еще в 1980 году. Конструкция предполагает наличие четырех элементов, таких как положительно и отрицательно заряженных электродов, сепаратора и жидкого электролита.

Улучшить технические характеристики аккумулятора позволяют наноструктурированные материалы: материал катода – литий-железо-фосфат, его частицы имеют малые размеры, пронизанные каналами менее одного нанометра, что позволяет увеличить скорость заполнения материала ионами лития; материал анода – графит со слоистым строением, куда свободно проникают ионы лития. Тем самым, сокращается время подзарядки авто.

Все же литий-ионные батареи постепенно уходят на задний план, так как на их замену пришли твердотельные аккумуляторные батареи, которые упоминались ранее. Создание аккумулятора стало прорывом в области аккумуляторов для электромобилей.

Началом стало открытие Майкла Циммермана, работающего в области твердотельных аккумуляторов. Его открытие позволило увеличить емкость батарей, сделать их безопасными и избавиться от кобальта, несмотря на то что отсутствие последнего по логике делало батарею взрывоопасной.

Необходимо было избавиться от жидкого электролита. Но внедрить успешно твердый электролит, до открытия Циммермана, не удавалось на протяжении многих лет. Циммерман создал полимерный огнестойкий материал на основе полифенилсульфида, который может проводить электроны при комнатной температуре. Сам материал может поддаваться механической обработке, он достаточно прочен и способен противостоять воздействию многих химических веществ.

В технологии твердотельных литиевых аккумуляторов используется соединение стекла из лития и натрия в качестве проводящего материала для замены электролита предыдущих литиевых аккумуляторов и значительного увеличения плотности энергии литиевых аккумуляторов, которая в два раза больше, чем у литий-ионных аккумуляторов.

К 2030 году твердотельные аккумуляторы станут основным направлением аккумуляторов электромобилей, а литий-ионные аккумуляторы больше не являются основными аккумуляторами электромобилей, но все еще присутствуют в некоторых электронных компонентах.

По сравнению с традиционными литий-ионными батареями твердотельные батареи имеют четыре основных преимущества:

Одно из преимуществ - легкость. После использования всего твердого электролита соответствующая система материалов литий-ионной батареи также изменяется. Дело в том, что нет необходимости использовать отрицательный электрод из графита с интеркалированным литием, но металлический литий можно напрямую использовать в качестве отрицательного электрода, чтобы значительно уменьшить материал отрицательного электрода, а количество энергии может значительно увеличить удельную энергию электрода.

Второе преимущество - он тонкий. Обычные литий-ионные батареи требуют сепараторов и электролитов, которые составляют почти 40% батареи и 25% ее массы. А если заменить твердые электролиты (в основном органические и неорганические керамические материалы), расстояние между анодом и катодом (традиционно заполненным диафрагменным электролитом) можно сократить до 12 микрон в любое количество раз, что значительно уменьшит толщину батареи.

Третье преимущество - перспектива гибкости. Даже хрупкие керамические материалы можно согнуть, если их толщина составляет всего миллиметр или меньше, и материал может стать гибким. Это значительно увеличивает гибкость всех твердотельных батарей после того, как они станут тоньше и легче. Изготовленные батареи могут выдерживать от сотен до тысяч раз изгиба, чтобы обеспечить производительность при надлежащей упаковке (а не в твердой оболочке). По умолчанию нет затухания.

Четвертое преимущество - большая безопасность. Обычные литиевые батареи могут представлять следующие риски:

1) Высокие токи могут пробить диафрагму и вызвать короткое замыкание.

2) Электролит представляет собой органическую жидкость и при высокой температуре происходит окисление и образование наростов. Увеличится тенденция к газу и горению.

Любая технология твердотельных аккумуляторов может напрямую решить две вышеупомянутые проблемы.

Однако твердотельные батареи все еще должны решить такие проблемы, как электрическая проводимость, безопасность, стабильность и высокая стоимость.

В 2020 году, компания Tesla выпустила твердотельный аккумулятор Quantum Scape с огромной емкостью и скоростью зарядки. Твердотельная батарея — это именно то, что нужно: плотно сжатое расположение твердых материалов, а не мягкая консистенция, которая составляет типичную литий-ионную (li-ion) батарею. Этот твердотельный состав и конструкция дают электрохимическое устройство, которое обещает невероятные результаты. Об используемом материале мало что известно, лишь то, что он сделан на керамической основе и использует четыре прекурсора.

Также компания утверждает, что разработчики устранили все проблемы твердотельных батарей. Одной из таких проблем является срок службы, теперь батареи сохраняют более 80% емкости после 800 циклов (386 тыс. км.)

Несомненно, результат, который представила Tesla можно по праву считать большим прорывом в области аккумуляторов.

Но не только Tesla вела работу над созданием твердотельных аккумуляторов с большой емкостью и производительностью, весной 2020 года компания Samsung представила свой прототип твердотельной батареи.

Ученые работали с такими проблемами как срок службы и безопасность батареи, они предложили использовать в качестве анода композитный слой из серебра и углерода. Что позволило увеличить емкость, срок службы и общую безопасность прототипа твердотельного

аккумулятора. Прототип отличился также своими габаритами, он оказался на 50% меньше по объему литий-ионной батареи.

Данный аккумулятор позволит проезжать электромобилям до 800км без подзарядки, а батарея будет иметь более 1000 циклов(зарядки/разрядки).

Заключение. принцип работы твердотельной батареи такой, как и у литий-ионной батареи, однако твердотельную батарею можно по праву считать батареей нового поколения, которая заменяет жидкий электролит на твердый. Она обладает прочной устойчивостью, поэтому не загорится и не взорвется даже в случае прокола. Эксперты сообщают, что разработка аккумуляторов следующего поколения, в том числе полностью твердотельных, поможет проложить путь для будущего рынка. Япония сформировала крупномасштабный государственно-частный консорциум с центром в Toyota и начала коммерциализацию его для аккумуляторов электромобилей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Электронный ресурс <https://www.ixbt.com>
- [2] Исследования компании Boston Consulting Group.
- [3] Техническая документация и статьи Samsung.
- [4] Электронный ресурс <https://www.cnet.com>
- [5] М. Ли. Статья «Кондиционеры в современных электромобилях», Алматы, КазННТУ, 2020г.
- [6] Электронный ресурс <https://www.theguru.co.kr/news/>
- [7] Liu, B.; Zhang, J.-G.; Xu, W. Advancing Lithium Metal Batteries. Joule 2018, 2, 840.
- [8] Schmuch, R.; Wagner, R.; Hörpel, G.; Placke, T.; Winter, M. "Performance and cost of materials for Lithium-based rechargeable automotive batteries" 2018.

REFERENCES

- [1] Elektronnyi resurs <https://www.ixbt.com>
- [2] Issledovaniya kompanii Boston Consulting Group.
- [3] Tekhnicheskaya dokumentatsiya i stat'i Samsung.
- [4] Elektronnyi resurs <https://www.cnet.com>
- [5] M. Li. Stat'ya «Konditsionery v sovremennykh elektromobilyakh», Almaty, KazNITU, 2020g.
- [6] Elektronnyi resurs <https://www.theguru.co.kr/news/>
- [7] Liu, B.; Zhang, J.-G.; Xu, W. Advancing Lithium Metal Batteries. Joule 2018, 2, 840.
- [8] Schmuch, R.; Wagner, R.; Hörpel, G.; Placke, T.; Winter, M. "Performance and cost of materials for Lithium-based rechargeable automotive batteries" 2018.

М. Ли*, А. Канажанов, К. Шалбаев

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

* e-mail: marialeed.0204@gmail.com

RECHARGEABLE BATTERIES. SOLID STATE ELECTRIC VEHICLE BATTERIES

Андатпа. Көптеген электромобильдердің жұмыс істеу қашықтығы 300 мильден аспайды, аккумуляторлық батареяны қайта қуаттауға бір сағаттан астам уақыт кетеді, олар 10 жылдың ішінде элементтер сыйымдылығының үштен бірін жоғалтады және жарылысқа алып келуі мүмкін жеңіл жанатын материалдармен жұмыс істегенде қауіпсіздікке қауіп төндіруі мүмкін. Мақалада электромобильдердің түрлі аккумулятор түрлері, олардың жұмысы, артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған. Қатты денелі батареялар – келешектегі аккумуляторлық технология, қайталама батареяларды зерттеудегі белсенді бағыттардың бірі. Ғылыми қоғамның пікірінше, литий-ион батареясы өзінің шегіне жетті, қатты денелі батареялар соңғы жылдары литий-ион батареяларының жалғасы ретінде қарастырылуда. Заманауи электромобильге қатты денелі батареяларды ендіру мен кеңінен пайдалану тенденциясы қарастырылады.

Негізгі сөздер: батарея, экология, қатты денелі батарея, литий-ион батареясы.

M. Li*, A. Kanazhanov, K. Shalbayev
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
* e-mail: marialeed.0204@gmail.com

RECHARGEABLE BATTERIES. SOLID STATE ELECTRIC VEHICLE BATTERIES

Abstract. Most electric vehicles have a range of less than 300 miles, take more than an hour to recharge the battery, lose almost one-third of their cell capacity over 10 years, and pose a serious safety risk when handling flammable materials, resulting in an explosion. This article discusses the various types of electric car batteries, their operation, advantages and disadvantages. Solid-state batteries – the battery technology of the future, one of the most active areas of research of secondary batteries. The scientific community believes that lithium-ion batteries have reached their limit, solid-state batteries in recent years are seen as batteries that can inherit the state of lithium-ion batteries. The article presents the trend of introduction and widespread use of solid-state batteries in modern electric vehicles.

Keywords: battery, ecology, solid-state battery, li-ion battery.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию

Ли Марии Валентиновны

7M07108-Технология и автоматизация транспорта и транспортных систем

Тема: Современное состояние электромобилей и пути улучшения его характеристик и дизайна

Актуальность, теоретическая ценность, поставленная цель и задачи Исследования работы Ли М. В., подготовленный для специальности 7M07108 - Технология и автоматизация транспорта и транспортных систем на тему «Современное состояние электромобилей и пути улучшения его характеристик и дизайна» соответствует всем требованиям поставленным для магистерских диссертации.

Цель работы:

1) Определение возможностей повышения эксплуатационной эффективности электромобиля

2) Сравнительное исследование литий-ионной и твердотельной батареи
Квалифицированный анализ достаточно обширного материала обеспечил высокую аргументированность научных результатов проведенного исследования, его правильная реакция на замечания научного руководителя и рецензентов работы свидетельствует о взыскательности и высокой требовательности диссертанта к себе и своим трудам.

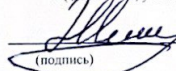
Проведенное Ли М. В. исследование свидетельствует о том, что автор в достаточной мере владеет методами научного анализа, обладает достаточно высоким уровнем подготовленности к проведению глубоких научных изысканий, имеет широкую эрудицию в области транспортной техники и практики хозяйствования в условиях рынка

Уровень научной подготовки, о котором свидетельствует представленная к защите диссертационная работа, позволяет считать, что Ли М. В. достоин присвоения академического степени магистр технических наук по специальности 7M07108- Технология и автоматизация транспорта и транспортных систем

Научный руководитель

ассоциированный профессор, доктор технических наук

(должность, уч. степень, звание)


(подпись)

Шалбаев Калманбет Кожамбердиевич

Ф. И. О.

« 17 » июня 2021г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию
(наименование вида работы)
Ли Марии В.
(Ф.И.О. обучающегося)
М104- Транспорт, транспортная техника и технологии
(шифр и наименование специальности)

На тему: «Современное состояние электромобиля и пути улучшения его характеристик и дизайна»

Выполнено:
а) 85 листов

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

По рецензируемой работе имеются следующие замечания:

1. Выявлены незначительные ошибки по оформлению диссертации
2. Недостаточно рассмотрен опыт зарубежного исследования по исследуемой проблеме
- Существенных недостатков в диссертации не выявлено

Оценка работы

Несмотря на замечание, полагаю, что магистерская диссертация заслуживает оценки «отлично» (90 балл), а ее автор, Ли Мария, заслуживает присвоения академической степени магистра по специальности М104 - «Транспорт, транспортная техника и технологии»

Рецензент

ассоциированный профессор,
заведующий кафедрой «АДТ и БЖД»



М.Н. Есенгалиев

«21» мая 2021 г.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ли Мария Валентиновна

Название: Современное состояние электромобилей и пути улучшения его характеристик и дизайна

Координатор: Калманбет Шалбаев

Коэффициент подобия 1:0.4

Коэффициент подобия 2:0.1

Замена букв:2

Интервалы:0

Микропробелы:16

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не имеет признаков плагиата. В связи с этим, работе признается самостоятельность и допускается к защите.

21.06.2021г.

Дата

Шалбаев

Подпись Научного руководителя

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

22.06.2021

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ли Мария Валентиновна

Название: Современное состояние электромобилей и пути улучшения его характеристик и дизайна

Координатор: Калманбет Шалбаев

Коэффициент подобия 1:0.4

Коэффициент подобия 2:0.1

Замена букв:2

Интервалы:0

Микропробелы:16

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не
представляет плагиата. Обнаруженные
в работе заимствования являются добро-
совестными. В связи с этим работа
самостоятельной и допускаемой к защите
при защите диссертации.
22.06.2021