

ДОКЛАД

**Исследование принципа работы аккумуляторных батарей
электромобилей, способов их производства, утилизации и переработки**

(Наименование темы доклада)

**ПРИНЦИП РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ, СПОСОБЫ ИХ ПРОИЗВОДСТВА,
УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА**

(Название темы конференции ГБПОУ РО «РАДК»)

**Код и наименование
специальности**

23.02.07 Техническое обслуживание и
ремонт двигателей, систем и агрегатов
автомобилей

**Автор студент
2 курса**

Сущенко Евгений Сергеевич

**Руководитель
преподаватель**

Билан Юлия Викторовна

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ПРИНЦИП РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	4
2 СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ.....	6
3 УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА БАТАРЕЙ	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	7
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ	7

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, новое – это хорошо забытое – старое. В конце XIX столетия, в России появились первые автомобили. Первые автомобили издавали такой рёв, что по слухам, полностью перекрывали музыку полкового оркестра, а лошади, услышав приближение такого монстра, разбегались в разные стороны, повозки, которыми были запряжены лошади, имели различные незавидные последствия такого поведения «движителя». Московские власти ввели запрет на использование бензомоторных экипажей как средство извоза, затем присоединились и другие города.

Этот запрет впоследствии стал одним из толчков для первого отечественного автомобиля с электродвигателем, который был построен и показан публике в 1899 году в Петербурге. Автором проекта выступил инженер-изобретатель Ипполит Романов, рисунок 1.

Но машина не прижилась. Дело в том, что в сараях, где хранились пролётки, не было электричества, и пожарная инспекция запрещала его проводить. А нет розетки, нет и смысла в электрокаре.

Несмотря на все трудности, в то время электромобили пользовались бешеной популярностью в Европе и Америке, а фирм, производящих машины на электротяге было несколько десятков. К 20-м годам производство упало, и в течение нескольких лет практически прекратилось. Тогда, мир первый раз сделал свой выбор в пользу нефтяного топлива, как более удобного топлива для двигателей.

К разработке электромоторов вернулись только в 60-е годы, тогда цены на нефть быстро росли, а экологи стали говорить о неминуемой катастрофе. Эти две проблемы подтолкнули многие фирмы к созданию электромобилей. [1]

Если в историю окунуться, то станет понятно, что проблема перехода на электромобили не нова. Новый виток возвращающейся истории, конечно, находится уже на новом технологическом и научном уровне и снова ученым, производителям, конструкторам, да и пользователям предстоит найти решение этой проблемы. Экологичный, бесшумный, комфортный автомобиль, но есть ограничения по его заряду. Поэтому он не может стать массовым, автомобили с ДВС, так долго бывшие непререкаемыми лидерами – также уже получают ограничения по экологии, по проблеме ограниченности запасов нефти, да и конструкция имеет не самый высокий КПД.

Актуальность исследования информации о принципе работы аккумуляторных батарей электромобилей, способах их производства, утилизации и переработки определяется очередным мировым запросом на электромобили в сложившейся на данный момент о требованиях к характеристикам современного автомобиля.

Целью является знакомство с информацией по теме и выяснение технологического уровня современных достижений по конструкции, принципу действия и способам переработки, а также утилизации аккумуляторных батарей электромобилей.

Цель достигается посредством выполнения задач: изучение и представление информации о принципах действия аккумуляторных батарей, выяснение технологического уровня современных электромобилей, информации о переработке и производстве батарей и составлении заключения о плюсах и минусах запроса мира не «всеобщую электромобилизацию», и сегодняшнем ответе на это запрос науки и техники.



Рисунок 1 – Первый
Российский электромобиль

1 ПРИНЦИП РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Принцип работы электромобиля — это преобразование химической энергии батареи в электричество, которое создает вращательный момент ротора в токопроводящей обмотке электродвигателя, который в свою очередь передает его колесам.

Огромные средства производители вкладывают в разработку наиболее ёмких батарей, надёжных электромоторов, систем безопасности. Главная цель в создании электромобиля – это эффективность.

Эффективность современного турбированного двигателя внутреннего сгорания не превышает 30%! Остальные 70% работы двигателя идут на нагрев воздуха, трансмиссионные потери и вредные выбросы.

Батарея - главный компонент электромобиля, рисунок 2. Она обеспечивает электричеством тяговый электромотор и аксессуары транспортного средства. В современных электрокарах она расположена в подпольном пространстве. Батарея состоит из ячеек, каждая из которых содержит несколько десятков обычных бытовых литий-ионных батареек типа ААА, рисунок 3. Такое решение позволяет быстрее охлаждать быстро нагревающиеся элементы. Система охлаждения имеет множественную сеть каналов, заполненных гликолевым хладагентом, контур движения которого связан с компактными радиаторами в передних воздухозаборниках. По этой причине большинство электромобилей имеют совершенно гладкий обтекаемый профиль. Ёмкость современных батарей в зависимости от класса электромобиля составляет от 40 до 100 кВт·ч, что позволяет проезжать от 150 до 400 км на одном заряде. Заряд возможен от домашней розетки. [2]



Рисунок 2 Батарея Электромобиля



Рисунок 3 – Элементы батареи

Ёмкость батареи выражается в кВт·ч и постоянно растёт. Если в ранних электромобилях (2013-2016) типичной была ёмкость между 20 и 30 кВт·ч, то сейчас нормальная величина около 60 кВт·ч и у самых дорогих моделей она доходит до 100 кВт·ч. Для достижения максимальной длительности эксплуатации аккумулятора, при заряде необходимо использовать токи равные половине емкости. И нежелательно превышать предел в одну ёмкость, так как это приводит к резкому сокращению срока службы. В настоящее время существуют такие разновидности литий ионных аккумуляторов: на базе кобальтатов лития на графитовых электродах, и на основе других элементов – LiNiO_2 , LiMnO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 . Сейчас автопроизводители используют такие аккумуляторы, есть модель с напряжением 36 В, способная отдавать более 15 кВт мощности, другая модель, состоящая из 200 отдельных никель-метал-гидридных батарей. Каждый отдельный элемент этой батареи расположена в коробке из стали и дает напряжение 1,3 В. Батареи собраны вместе в группы по несколько штук. В портативном батарейном источнике питания 50 модулей. Полное напряжение портативного батарейного источника питания составляет около 300 вольт.

Общее устройство и процесс работы литий-ионного аккумулятора.

Литий-ионный аккумулятор состоит из четырех компонентов: анода, катода, электролита и сепаратора. Анод обычно изготавливается из графита. Эта модификация

углерода имеет преимущество, потому что образует с литием, так называемые интеркаляционные соединения.

Такое соединение можно представить как полку, на которой расставлены книги, где атомы лития являются книгами. Расстояние между полками (слоями углерода в графите) не меняется или меняется незначительно при хранении. Таким образом, графит может легко поглощать литий, а также снова его высвобождать без изменения объема.

Катод обычно состоит из смешанного оксида, т.е. соединения кислорода, в состав которого помимо лития входят другие металлы, такие как никель, марганец или кобальт (например, $\text{Li}_x\text{Mn}_y\text{O}_z$ или $\text{Li}_y\text{Co}_y\text{O}_z$).

Жидкий электролит (твердотельные батареи с твердыми электролитами еще не являются современными) в первую очередь позволяет мигрировать ионам лития, а сепаратор в первую очередь предотвращает электрический контакт между анодом и катодом, который может привести к короткому замыканию. Однако ионы лития могут беспрепятственно проходить через сепаратор.

В заряженном аккумуляторе между углеродными слоями графита находятся атомы лития - это и есть упомянутое интеркаляционное соединение. Когда батарея разряжается (то есть когда электромобиль едет), литий испускает электрон, который течет к катоду по электрической линии. На приведенном ниже рисунке 4 электрон показан желтым цветом:

По пути электрон в двигателе используется для привода электромобиля. Положительно заряженный ион лития (Li^+), который мигрирует через электролит к катоду (показан красным выше).

Затем на катод попадают Li^+ и электрон (e^-). Однако электрон соединяется не с ионом лития, а с одним из других ионов металла, например с катионом марганца, заряд которого в результате

э уменьшается. В катод из манганата лития, например, марганец (Mn^{4+}) с четырехкратным положительным зарядом превращается в ион марганца (Mn^{3+}) с трехкратным положительным зарядом.

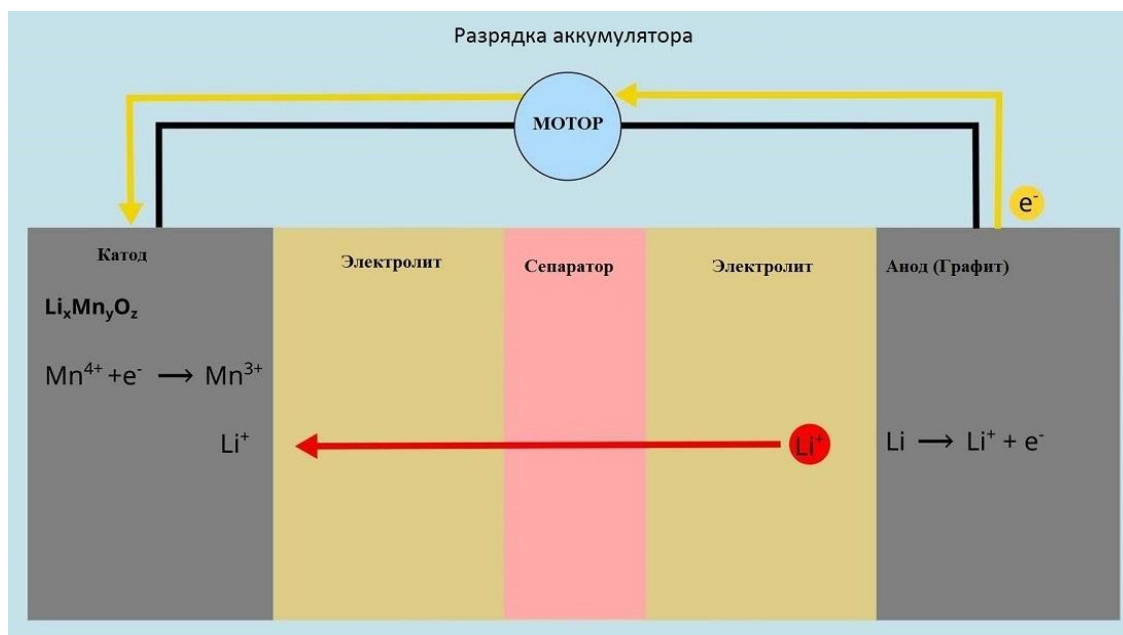


Рисунок 4 – Элементы батареи

При зарядке процесс обратный: зарядное устройство перекачивает электроны от катода к аноду. Эти электроны взяты из смешанного оксида. В нашем катод из манганата лития марганец снова испускает электрон:

Mn^{4+} снова образуется из Mn^{3+} на катоде, а электрон мигрирует к аноду. В то же время катион лития перемещается через электролит к другому полюсу и соединяется с электроном, образуя незаряженный литий. Это возвращает в исходное состояние .[4]

2 СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Первый этап в изготовлении батареи — изготовление двух видов смесей: из токопроводящей добавки и анодного или катодного порошка. Для однородного соединения ингредиентов используют связующее вещество на основе деионизированной воды и специальный бак с миксером. Этот миксер оснащен двумя типами лопастей. Большие и гладкие лопасти (на картинке сверху) отвечают за смешивание компонентов, а маленькие зубчатые (снизу) — за их гомогенизацию смеси, то есть ее однородность. Получаются два типа смесей — анодная отвечает за положительную полярность, а катодная — за отрицательную. Смеси наносят тонким слоем на фольгу — анодную на медную, а катодную — на алюминиевую. При этом на краю листа фольги оставляют чистый край — из него потом будут вырезаны выводы. Нанесенная смесь содержит лишнюю влагу из-за связующего вещества, поэтому после нанесения ее дополнительно сушат. Рулоны фольги прокатывают, чтобы добиться оптимальной плотности нанесенного вещества. Из обработанной фольги вырезаются электроды с выводами, и на этом подготовительный этап завершается — осталось только собрать экологичный аккумулятор. Электроды поочередно укладывают в стопку, а между ними протягивают ленту сепаратора. Каждая пара анодного и катодного электрода — это гальванический элемент, то есть батарейка, источник питания. Чем больше таких пластинок содержит аккумулятор, тем выше его емкость. Стопки анодов и катодов нужной емкости упаковывают в листы сепаратора. Выводы обжимают клеммами, и в таком виде питательный блок отправляется на сушку в печь. Высушенный блок упаковывают в корпус с отверстиями для клемм. Теперь осталось лишь залить проводник — электролит. Его вливают в аккумулятор через предохранительный клапан на корпусе, который есть в любом Li-ion аккумуляторе. Готовые аккумуляторы собираются в большие питательные элементы по 10, 20 и даже 40 штук. Именно в таком виде они и поставляются для питания электромобилей. В России производством аккумуляторных батарей занимается завод «Лиотех», открывшийся в Новосибирске в 2010 году. Именно на таких батареях ездят экологичные троллейбусы Санкт-Петербурга и Москвы.

3 УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА БАТАРЕЙ

Несмотря на всю экологичность использования, сами аккумуляторы содержат токсичные вещества, и без должной утилизации могут навредить окружающей среде. Эффективный и экологичный метод переработки был придуман компанией Duesenfeld относительно недавно — в начале 2020 года.

Израсходованный аккумулятор разбирают и сортируют детали. Все компоненты измельчают под давлением, а химические реакции останавливают газообразным азотом. Когда давление снижается, начинает испаряться электролит — его восстанавливают в виде конденсата и собирают в емкость.

Твердые остатки батареи высушивают, сортируют и перерабатывают для дальнейшего использования. На этом этапе уже не остается токсичных веществ — лишь черные и цветные металлы, рисунок 5.

С помощью такого метода можно добиться повторного использования около 90% всех материалов аккумулятора. Такая переработка признана эффективной и безопасной, а главное — экологичной.[5]



Рисунок 5 – Переработанные компоненты батареи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коэффициент полезного действия силовой установки даже самого обычного электрокара составляет минимум 85%. Более того, каждое последующее поколение батарей становится более совершенным – повышается ёмкость и способность принимать большее количество заряда за меньшее время. Электродвигатели способны развивать крутящий момент в 3-5 раз больший при оборотах 15 000-19 000 в минуту, разгоняться быстрее и эффективнее тормозить, используя энергию замедления в зарядку батареи. [2]

Мощные аккумуляторы для электромобилей достаточно тяжелы — их вес достигает 400 килограммов. При этом большая часть состава батарей — высокотоксичные компоненты, в том числе литий, опасные соединения никеля, меди и алюминия, кобальта. Такие яды гораздо опаснее, чем выхлопные газы. Ввиду ограниченного срока службы аккумуляторов — до пяти лет — острой становится проблема их утилизации. Данная процедура сложна и трудоёмка, крайне дорога, то есть угроза нарушений технологии утилизации на фоне масштабного производства электромобилей неизбежна. Даже при соблюдении норм колоссальные объёмы работ при утилизации чреваты рисками загрязнения окружающей среды. Переработка аккумуляторов — это и очень энергозатратный процесс. Для извлечения металлов из батарей требуется почти в десять раз больше энергии, чем при их производстве, что закономерно вызовет наращивание объёмов выбросов на ТЭС.

Выяснилось, что при производстве машин на электротяге в атмосферу также выходит в два раза больше парниковых газов, что, как оказалось, связано с повышенным энергопотреблением ввиду технологических причин. По расчётам исследователей, только на производство одного электромобиля расходуется энергия, эквивалентная сжиганию 10 тыс. литров бензина, а такой объём достаточен для поездок обычной машины среднего класса на весь период её эксплуатации. Основная доля энергозатрат и токсических выбросов приходится на выпуск аккумуляторов. Даже на этапе производства электромобилей риски экологических последствий в районах размещения заводов, таких, как кислотные дожди и сокращение биоресурсов, гораздо выше, чем для обычных автостроительных предприятий.

Пока человечество не найдёт способ добывать экологически чистую энергию в больших количествах для предприятий производящих электрокары и не только, проблема загрязнения воздуха останется на месте.

Имеется как минимум 5 важных препятствий на пути к электромобильному будущему: 1. человечеству не хватит сырья; 2. у электромобилей нет жизнеспособной бизнес-модели, не окупаются; 3. целые государства будут сопротивляться; 4. отказ от машин с ДВС спровоцирует рост цен и нехватку электричества; 5. Производство электромобилей чудовищно загрязняют планету.[5]

Исследование привело к выводу, что очередной виток перехода на электромобили все еще не может быть обеспечен технологиями, потому что есть и недостатки и преимущества, но возможны локальные внедрения, например транспорт в курортной зоне, в регионе, где дорогое или недостаток нефтяного топлива, личные автомобили являющиеся дублирующими, так как даже развитая сеть заправок не может полностью обезопасить от остановки из-за разряда батареи. Возможно гибридные автомобили, являются более жизнеспособной моделью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. <https://www.drive2.ru/b/1371834/>
2. <https://auto.ru/mag/article/whynotonlyelectro/>
3. <https://avtocharge.ru/chto-nuzhno-znat-o-bataree-elektromobilya/>
4. <https://vc.ru/transport/463130-obyasnyam-princip-raboty-litij-ionnogo-akkumulyatora-elektromobilya>