

УДК 621.355

**АККУМУЛЯТОРЫ, ЭЛЕКТРОМОБИЛИ
BATTERIES, ELECTRIC VEHICLES**

М.Н. Бондаренко

Научный руководитель – Ю.В. Суходолов, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

M. Bondarenko

Supervisor – Y. Sukhodolov, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: в данной статье рассматриваются аккумуляторы, их строение, а также батарея электроавтомобиля Tesla. Ее характеристики, строение и работоспособность. Концепт новой технологии IBM для создания аккумулятора.

Abstract: this article discusses batteries, their structure, as well as the battery of a Tesla electric car. Its characteristics, structure and performance. The concept of a new IBM technology for creating a battery.

Ключевые слова: аккумулятор, Tesla, напряжение, емкость, батарея, ток.

Keywords: battery, Tesla, voltage, electrical capacity, battery, current.

Введение

Принципиальную схему устройства аккумулятора можно представить рисунком упрощенного вида, когда в корпус сосуда вставлены две пластины из разнородных металлов с выводами для обеспечения электрических контактов. Между пластинами залит электролит. Зачастую, эти пластины делают из тяжелых металлов, в частности кобальт и никель.

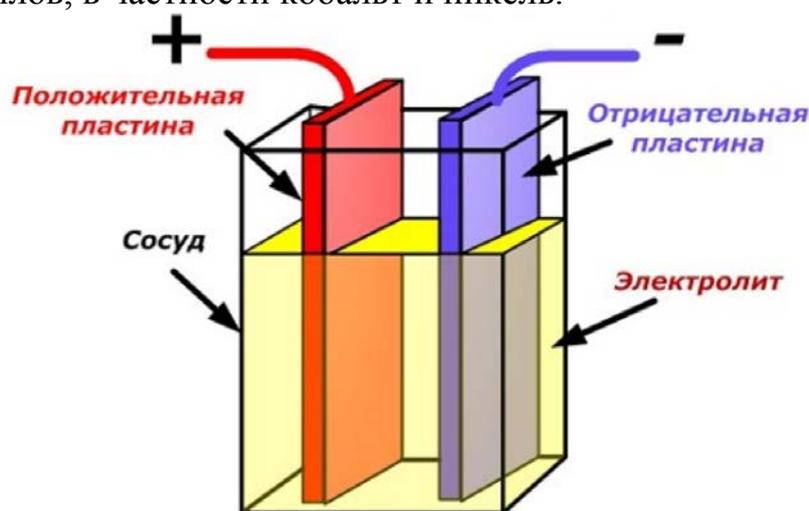


Рисунок 1 – Схема аккумулятора

Новая технология IBM предполагает создание аккумулятора на базе трех новых материалов, среди которых нет тяжелых металлов. К сожалению, химический состав материалов, из которых выполнены анод, катод и жидкий электролит, исследователи не раскрывают, однако уверяют, что необходимые материалы могут быть получены из обыкновенной морской воды.

На данный момент существуют десятки нереализованных по различным причинам концептов. Среди них углеродные нанотрубки электрода лития.

С помощью сильных микроскопических полых нитей с относительно большой площадью (углеродные нанотрубки), ученые из Массачусетского института технологий разрабатывают катод, который хранит и высвобождает намного больше положительных ионов, чем обычные литиевые аккумуляторы. Идея состоит в том, что новый катод увеличит количество энергии, хранящейся в электрической батарее автомобиля, и ускорит электрический поток в десять раз по сравнению с существующими продуктами. Также развитие новых катодов аккумулятора улучшит твердотельные конденсаторы и приведет к комбинации аккумулятор/конденсатор, которая будет в состоянии хранить и поставлять намного больше электроэнергии, чем любое другое доступное аналогичное устройство.

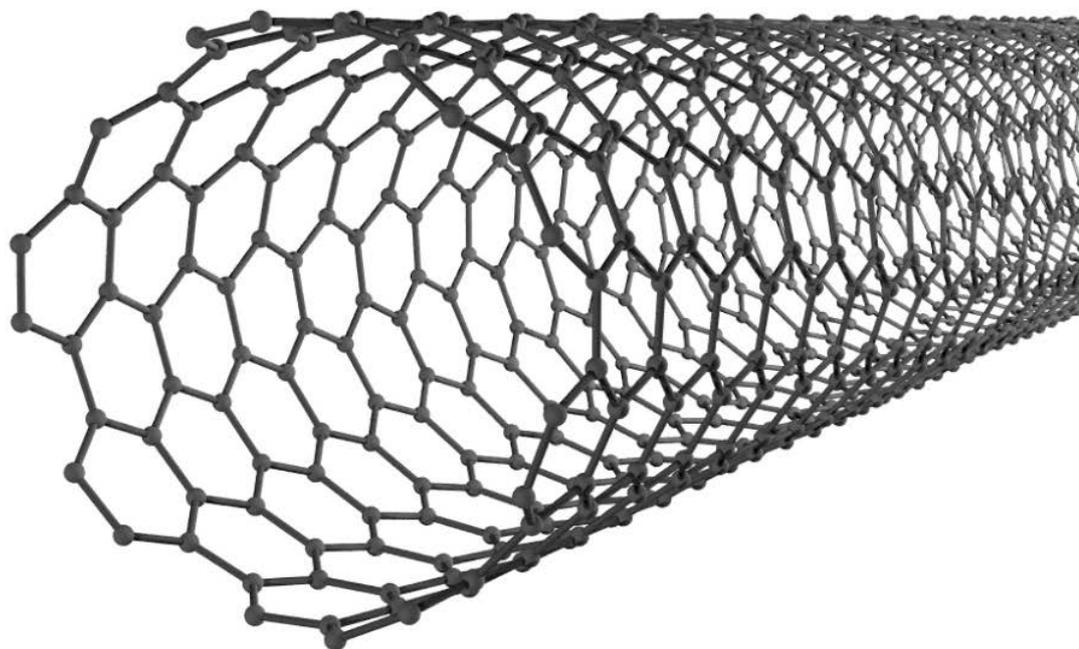


Рисунок 2 – Углеродные нанотрубки

Основными электрическими характеристиками аккумулятора являются:

- Емкость;
- Плотность энергии;
- Саморазряд;
- Температурный режим.

Основная часть

Батарея для электромобиля сегодня весит примерно 500 килограммов. На 80–90% эта сборка состоит из электропроводящих шин и дорогостоящих аккумуляторных ячеек – в их производстве используются редкие химические элементы, цветные и даже драгоценные металлы.

В каждой батарее электромобиля есть множество электронных блоков, датчиков, несколько этапов защиты и контур терморегулирования. Такое сложное устройство ей необходимо, ведь высоковольтной батарее в электрокаре

приходится работать с высокой периодичностью (разряд при каждом разгоне и заряд при торможении) и с очень высокими токами.

Самое заметное отличие тяговой батареи электромобиля (BEV (Battery electric vehicle)) от рядового автомобильного аккумулятора – это рабочее напряжение. Рабочее напряжение – это максимальное напряжение, которому подвергается рассматриваемая часть прибора, когда прибор работает при его номинальном напряжении и в условиях нормальной работы. Сейчас обычным считается напряжение в 350–450 В. Например, у Porsche Taycan электрическая платформа основывается на 800-вольтовой системе.

В качестве примера рассмотрим батарею в электромобиле Tesla. В высоковольтной системе на единицу массы батареи можно запасти намного больше электрической энергии. Если попытаться создать батарею Tesla из обычных свинцовых автомобильных аккумуляторов, то для их перевозки понадобится грузовик. Токи в высоковольтной системе при той же мощности электродвигателя будут ниже. Поэтому можно использовать более тонкие провода, благодаря чему можно экономить массу автомобиля. Такое высокое напряжение смертельно опасно для человека, но при хороших мерах защиты нет никакой опасности для человека.

По сравнению с большинством автомобильных аккумуляторов, внутри ячеек батареи электромобиля нет ни электролита, ни заменяющего его геля. По своему наполнению они схожи с обычными батарейками.

На первых электромобилях применялись никель-металлгидридные (Ni-MH) аккумуляторы. Изначально предполагалась высокая энергоёмкость: в 1 кг такой батареи теоретически можно было запасти до 300 Вт·ч. Однако на практике они показывали плохую статистику. Спустя несколько лет стандартом для электромобилей стали литий-ионные элементы – они считаются невыгодными из-за высокой цены. Но только такие элементы обеспечивают реальную удельную энергоёмкость на уровне 100–250 Вт·ч.

Компания Tesla начала использовать литий-ионные аккумуляторные элементы цилиндрической формы, формата 18650 от японского производителя Panasonic, которые изначально предназначались для батарей ноутбуков. В электромобиле Tesla Model S такие ячейки собраны в шестнадцать 25-вольтовых модулей.



Рисунок 3 – Батареинный блок

Самая крупная и дорогая часть электромобиля Tesla Model S – это блок тяговой аккумуляторной батареи.

Блок тяговой аккумуляторной батареи находится в днище автомобиля. Из-за чего Tesla Model S имеет очень низкий центр тяжести, благодаря которому и великолепную управляемость. Батарея крепится к силовой части кузова при помощи мощных кронштейнов.



Рисунок 4 – Вскрытие аккумуляторной батареи

Тяговая аккумуляторная батарея Tesla (блок тяговой аккумуляторной батареи) состоит из 16 батарейных модулей, каждый номинальным напряжением 25В и емкостью по 5,3 кВт·ч.

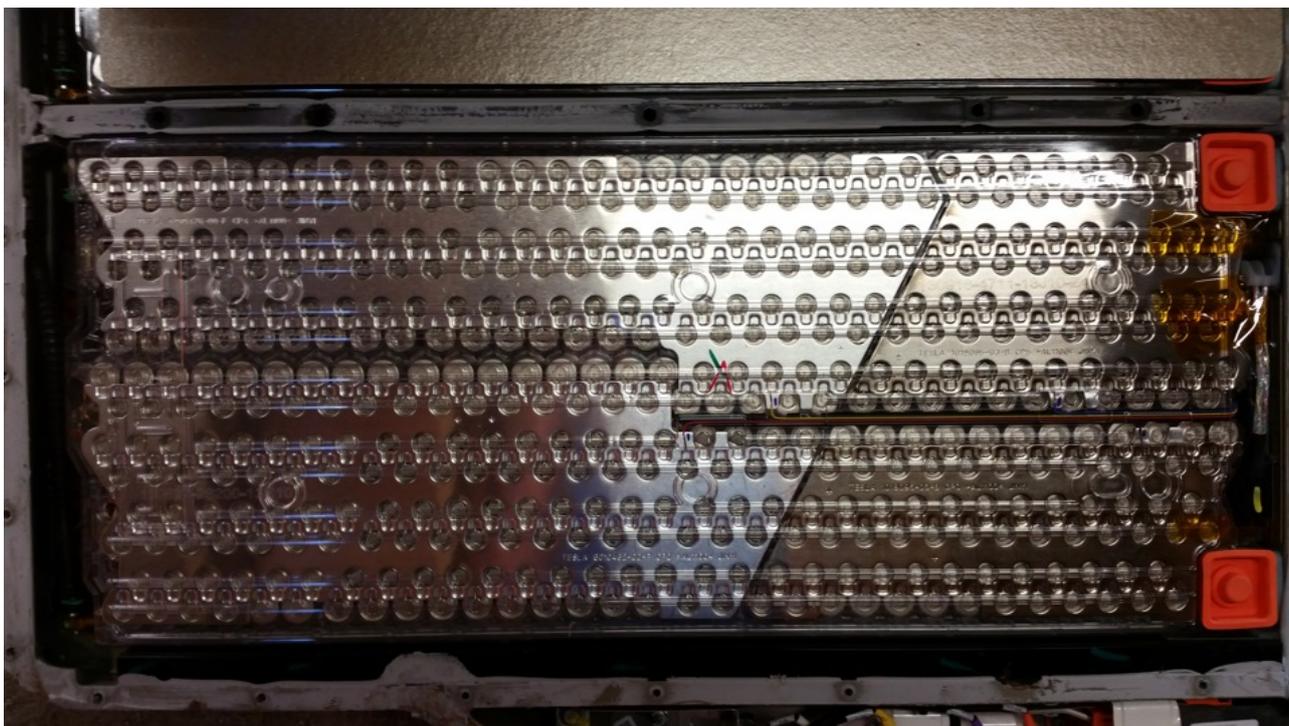


Рисунок 5 – Батарейный модуль

В передней части находится 2 модуля.

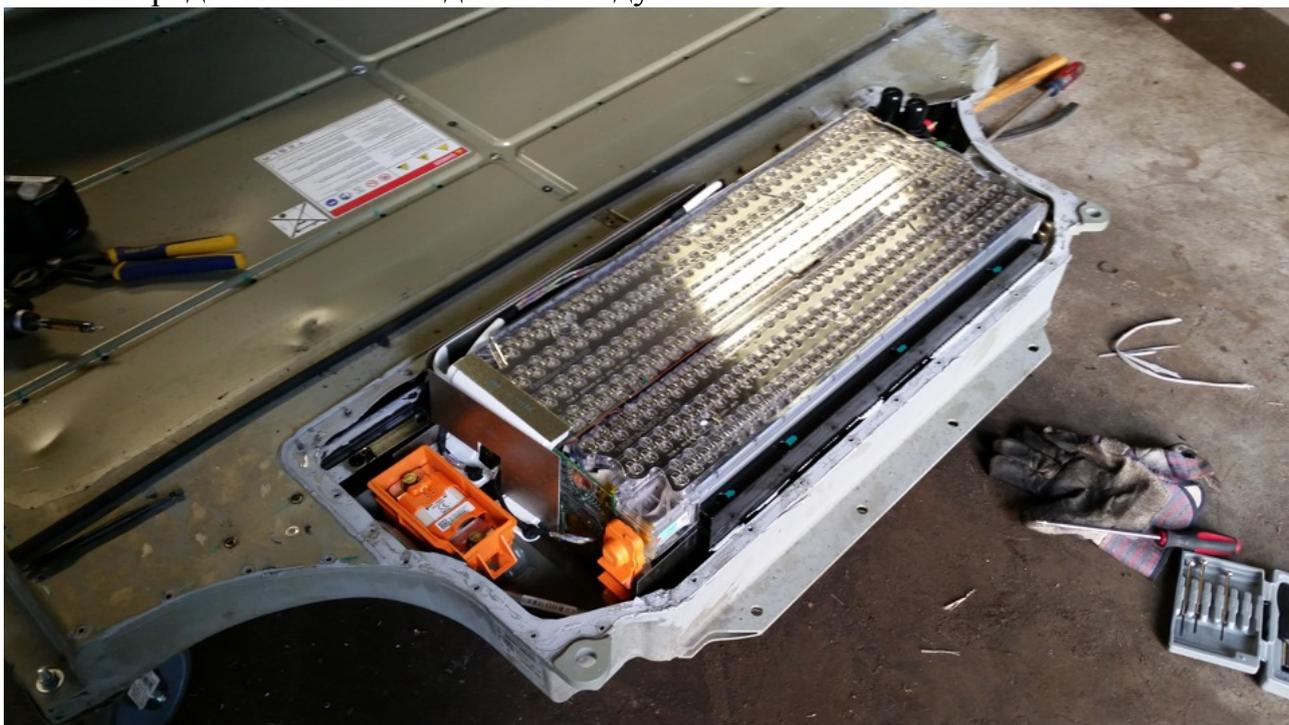


Рисунок 6 – Батарейные модули в передней части

16 батарейных модулей соединены последовательно в батарею с номинальным напряжением 400В и с энергоемкостью 85 кВт·ч. Каждый батарейный модуль состоит из 444 элементов (аккумуляторов) 18650 Panasonic (вес одного аккумулятора 46 г), которые соединены по схеме 6s74p. Параллельно соединяется 74 набора, каждый из которых состоит из 6 последовательно соединенных цилиндрических аккумуляторов. Всего в тяговой аккумуляторной батарее Tesla – 7104 таких элементов (аккумуляторов).

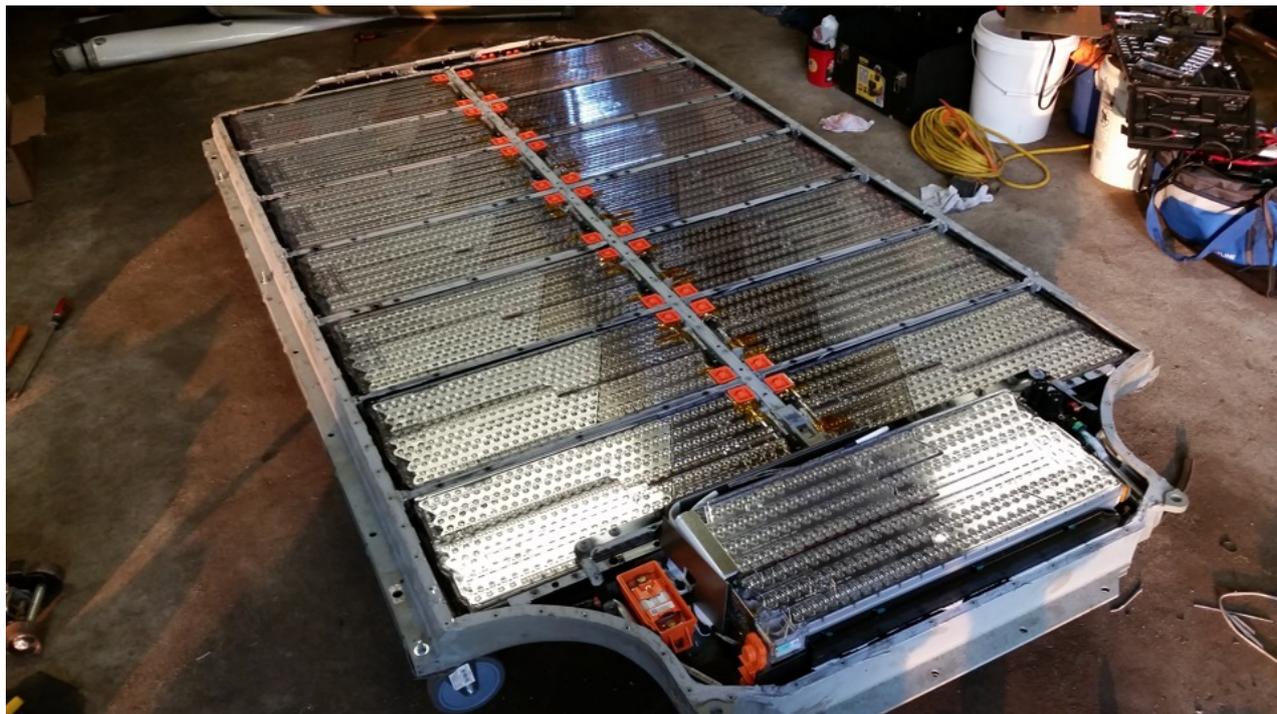


Рисунок 7 – Вскрытая аккумуляторная батарея Tesla

Батарея защищена от окружающей среды с помощью использования металлического корпуса с алюминиевой крышкой. На внутренней стороне общей алюминиевой крышки имеются пластиковые накладки, в виде плёнки. Алюминиевая крышка крепится винтами с металлическими, и резиновыми прокладками, которые герметизируются, дополнительно силиконовым герметиком.

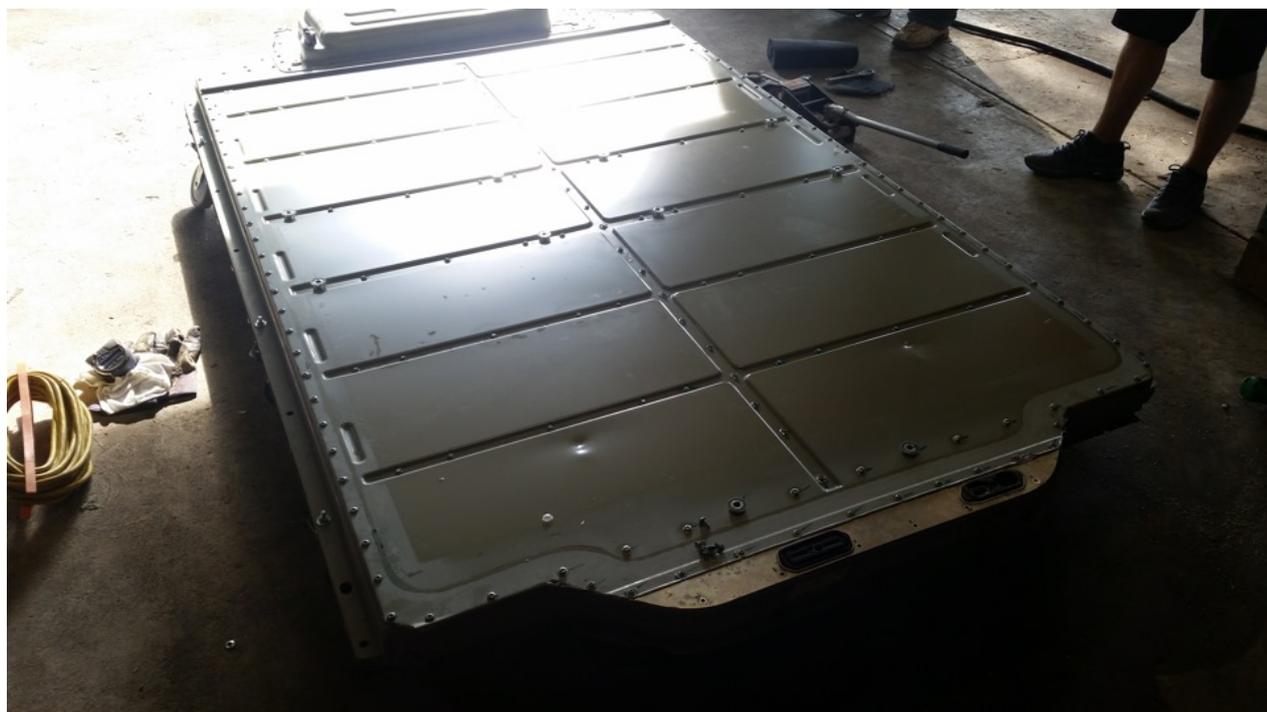


Рисунок 8 – Батарея с защитным корпусом

Блок тяговой аккумуляторной батареи разделен на 14 отсеков, в каждом отсеке размещен батарейный модуль. В каждом отсеке сверху и снизу батарейных модулей размещены листы прессованной слюды. Благодаря листам слюды обеспечивается хорошая электрическая и тепловая изоляция батареи от корпуса автомобиля. Отдельно спереди батареи под своей крышкой размещены два таких же батарейных модуля. В каждом из 16 батарейных модулей имеется встроенный блок ВМУ (он управляет зарядом блока из нескольких десятков или сотен элементов. Его функция сводится к балансировке токов между последовательно и параллельно соединёнными ячейками), который соединён с общей системой BMS (она управляет и распределяет энергию, возлагается на центральный контроллер BMS. Он же, как правило, несёт ответственность и за ресурсные параметры всей батареи, следя за тем, чтобы нагрузка на все модули распределялась оптимально).

В аккумуляторах 18650 Panasonic положительный электрод (анод) - графит, а отрицательный электрод (катод) NCA (никель, кобальт, оксид алюминия).

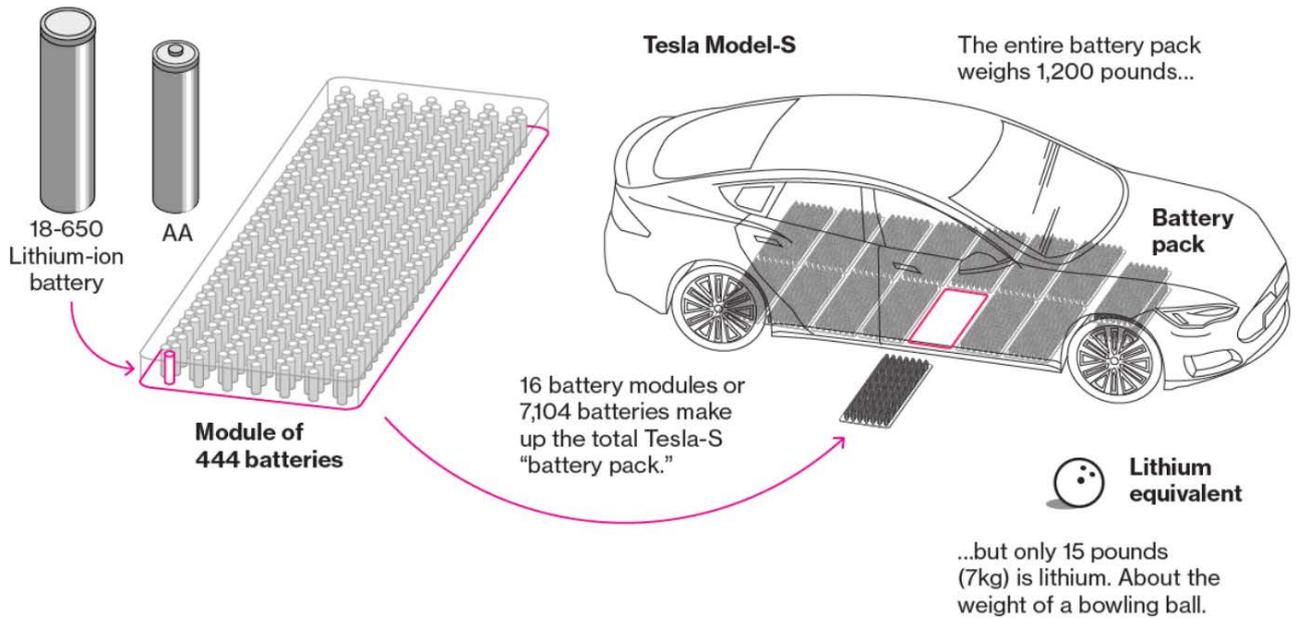


Рисунок 9 – Состав батареи Tesla



Рисунок 10 – Литий-ионные батареи Panasonic 18650

На презентации Tesla Battery Day в сентябре 2020 года Илон Маск представил интересные перспективы, касающиеся дальнейшего производства аккумуляторных батарей.

Он пообещал, что примерно через 3 года будет налажено серийное производство АКБ нового поколения – более мощных и долговечных. При этом их цена обещает быть в 2 раза ниже нынешней. Есть предположение, что он имел в виду литий-железо-фосфатные аккумуляторы, но это только одно из предположений.

Литий железо фосфатные АКБ отличаются от остальных литиевых элементов питания материалом катода (литий-фосфат железа) и меньшим номинальным напряжением – 3,2 В. Но главное – они превосходят аналоги по химической и термической стабильности, морозоустойчивости, циклическому ресурсу и безопасности использования.

Электромобиль движется под действием электрической энергии, которую он первоначально запасает в своих аккумуляторах. При движении автомобиля электрическая энергия приходит на электромагнитный разъем. Оттуда под управлением водителя и сигналов от датчиков энергия поступает на электродвигатели, которые крутят колеса и заставляют автомобиль двигаться.

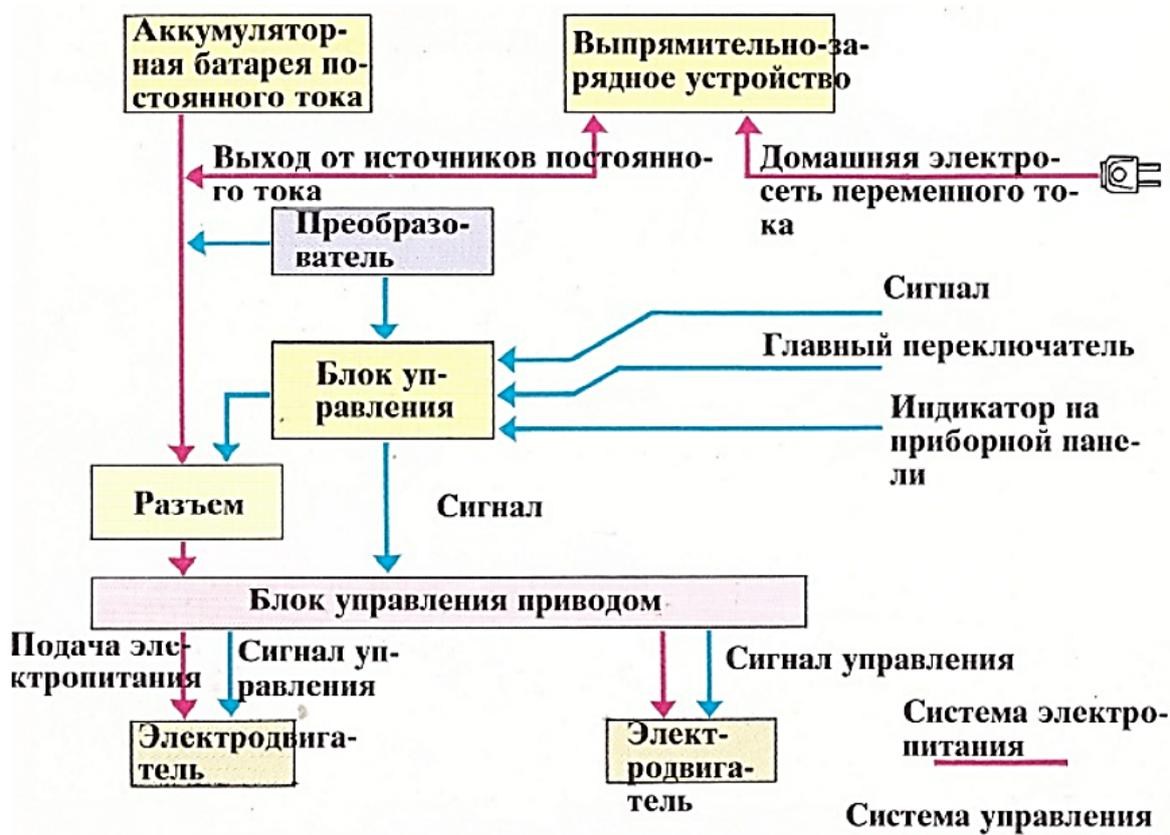


Рисунок 11 – Схема работы электромобиля

Мощный постоянный магнит, находящийся внутри электродвигателя, позволяет вращать колесо без ведущего вала и шестеренок. Поэтому в

электромобиле нет дифференциала, передаточных устройств с шестеренками и коробки передач. Энергия там идет от электродвигателя прямо на колеса.

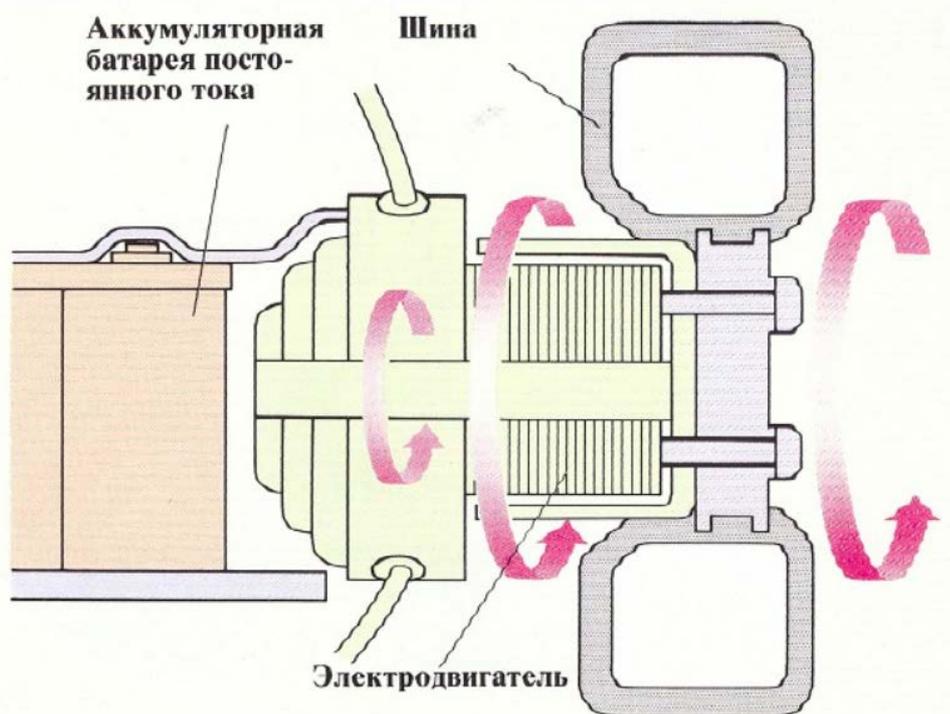


Рисунок 12 – Схема работы электродвигателя

Заключение

Батарея электромобиля состоит из множества маленьких батареек и за счет их химического состава и архитектуры соединения выдает большую мощность, позволяющую автомобилю в кратчайшие сроки набрать высокую скорость. Благодаря многоуровневой системе защиты, большое напряжение не угрожает жизни человека.

Литература

1. Drive2.ru [Электронный ресурс] / Из чего состоит батарея для Tesla Model S. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/1978720/>. – Дата доступа: 17.03.2022
2. Триумф инжиниринг [Электронный ресурс] / Тяговые литий-ионные батареи Tesla, что внутри? – Режим доступа: <http://triumph.engineering/info/articles/tyagovye-litii-ionnye-batarei-tesla-cto-vnutri/>. – Дата доступа: 17.03.2022
3. Auto.ru Журнал [Электронный ресурс] / Как устроена батарея электромобиля. – Режим доступа: <https://mag.auto.ru/article/kak-ustroena-batareya-elektromobilya/>. – Дата доступа: 17.03.2022