

государственное общеобразовательное учреждение Ярославской области
«Лицей № 86»

Региональная конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»

Секция: Экология

**Аналитическое сравнение экологичности автомобиля
на электродвигателе и двигателе внутреннего сгорания**

Выполнил:

Савинов Артём Александрович,
ученик 9 "Б" класса
ГООУ ЯО «Лицей № 86»

Научный руководитель:

Озерова Ольга Николаевна,
учитель биологии
ГООУ ЯО «Лицей № 86»

Ярославль

2024

Оглавление

Введение.....	3
1. Все ли такое зеленое?	5
2. Проблемы двигателя внутреннего сгорания (ДВС).....	9
3. Проблемы электромобилей.....	10
Заключение.....	11
Список источников.....	12
Приложение.....	14

Введение

В 2012 году электрический автомобиль Tesla Model S произвел фурор на мировом рынке, сравнимый эффектом айфона в 2007. Основатель компании Илон Маск рассказывал о революции в сфере транспорта, спасении планеты от парниковых газов и вообще почти уже прорубленном окне в светлое «экологичное» будущее.

В настоящее время популярность электромобилей растет. Их реклама основывается на постоянном утверждении высокой степени экологичности: электромобиль не выбрасывает в воздух никаких веществ и не загрязняет окружающую среду, а энергия для зарядных станций берется из солнечных батарей. [1]

Проблема:

На самом ли деле электромобили, в совокупности с процессом их производства, эксплуатации и утилизации, не наносят вреда окружающей среде?

Цель: провести аналитическое сравнение экологичности автомобиля на электродвигателе и двигателе внутреннего сгорания (ДВС).

Задачи:

- 1) Изучить физико-химические свойства литий-ионных (Li-ion) батарей, особенности производства и способы их утилизации.
- 2) Изучить физико-химические свойства шин и тормозной системы автомобилей.
- 3) Сравнить количество отходов различного вида для электромобилей и автомобилей на ДВС.
- 4) Сделать вывод.

Актуальность:

Последние 15 лет люди только и говорят о страшном ДВС и какие же электромобили “зеленые” и “пушистые”, то есть не наносят или наносят минимальный ущерб природным ресурсам планеты, а “зеленая энергия” даже лучше обычной. Почему крупные компании и даже страны в погоне за модой и трендами на пороге банкротства? Все это и есть актуальность моей темы. Данная исследовательская работа будет актуальной всегда, пока машины не перестанут ездить!

1. Все ли такое зеленое?

Автомобиль является одним из наиболее популярных средств передвижения в современном мире. Однако, наряду с очевидными преимуществами, у автомобилей есть и определенные недостатки, особенно с экологической точки зрения. Одним из факторов, влияющих на воздействие автомобиля на экологию, является тип устройства, проводящего автомобиль в движение, т.е. двигателя. Сегодня на рынке есть два вида автомобилей, которые чаще всего встречаются - автомобили с ДВС и электромобили.

Автомобиль с двигателем внутреннего сгорания работает на основе сгорания топлива в камере. Основным топливом для таких автомобилей является нефть и ее продукты переработки - бензин и дизельное топливо. Стоит отметить, что производство нефти и нефтепродуктов неблагоприятно воздействует на экологическую обстановку, включая загрязнение воды, почвы и пр. Кроме того, при работе автомобилей в атмосферу выбрасываются углекислый газ, оксиды азота, углеводороды и многие другие вредные вещества. Электромобиль работает на электрической энергии, которая хранится в электрических накопителях (батареях). В отличие от автомобилей, у электромобилей практически нет выбросов вредных веществ в атмосферу, но существует проблема в переработке и производстве аккумуляторных батарей. [2]

Так, насколько же экологичны электромобили?

В этом вопросе нам поможет физика, химия и статистика разного рода. Возьмем для исследования три пары машин на схожей платформе, одного года и одинакового класса для справедливого сравнения их физических свойств. На официальном сайте компании Audi при выборе модели автомобиля на ДВС также предлагаются аналоги электромобиля. Мною выбраны автомобиль на бензиновом ДВС - Audi Q5 и электромобиль - Audi Q6 e-tron в стандартных комплектациях. Начнем сравнение с сухой массы: масса Audi Q5 1835 кг, а масса Audi Q6 e-tron 2275 кг. Получается, что сухая масса Audi Q5 почти в 1,3

раза больше, и эта закономерность повторяется не только в этом примере. Например, если сравнить Renault Megane E-tech (электромобиль) и Renault Megane в базовой комплектации получаем: 1513 кг электромобиля/1260 кг на ДВС, получается соотношение 1,21 раза. Можно для статистической достоверности привести еще один пример: Volvo EX90 и Volvo XC90: получим 3190 кг/1939кг, соответственно и это показывает, что электромобиль практически в 1,7 раз тяжелее, чем автомобиль на ДВС. Такие сравнения справедливы, так как это машины самых популярных классов автомобилей из разных стран с разными технологиями. Давайте возьмем среднее значение, что электромобиль в 1,4 раза весит больше. Объясняем с какой целью приводились эти примеры. Для того что бы показать, что из-за большей массы у электромобиля тормозные колодки и тормозные диски будут изнашиваться примерно в 1.4 раза быстрее.

Теперь разберем почему это имеет такое критически важное значение. Нам потребуется рассмотреть материалы, из которых состоят все эти компоненты: тормозные диски - это чугун, тормозные колодки – фрикционы (совокупность более 20 различных веществ для достижения более высокой плотности). И получается, что в процессе торможения машины выделяются опасные полициклические ароматические углеводороды, которые относятся к стойким экотоксикантам (химические вещества, способные при поступлении в окружающую среду, в дозах, превышающих предельно допустимые, вызывать нарушения нормальной деятельности экологических систем) и взвешенные твердые частицы, которые способны проникать в легкие и оседать там, и вызывать поражение дыхательной системы. А так как они изнашиваются быстрее, значит электромобили соответственно больше выделяют этих опасных веществ. Которые более токсичны в противоположность выделяемому автомобилями на ДВС CO₂.

Далее рассмотрим экологичность сравниваемых машин на примере изнашиваемости шин. Изнашиваемость шин будет зависеть не только от силы

трения, которая из-за большей тяжести электромобиля будет больше, но и большего количества крутящего момента. Используем предыдущие примеры и сравним их в Н*м (ньютон-метрах). Получаем, что у Audi Q6 e-tron крутящий момент составляет- 485 Н*м, у Audi Q5- 340 Н*м. Получаем, что $485/340=1.4$ и отметим, что 340 Н*м - это максимальный крутящий момент на 4000 об/мин, а 485 Н*м у электромобиля - неизменяемая величина. Так же и с другими примерами, будем указывать максимальный крутящий момент ДВС при n-ом количестве оборотов в ущерб своим тезисам. Renault Megane E-tech- 250 Н*м, Renault Megane-156 Н*м, получаем 1,6 раза. Volvo EX90- 770 Н*м, Volvo XC90-350 Н*м, выходит 2,2 раза. Как и раньше берем среднее арифметическое, выходит, что крутящий момент у электромобилей -1,7 раза больше, чем у автомобилей на ДВС. И получается, что крутящий момент у электромобилей в совокупности с массой стирает шины в 3,1 раз быстрее чем авто на ДВС. Что наносит огромный вред экологии так-как очень малое количество компаний используют безопасные способы утилизации шин, так же как их производство, образует огромный объем CO₂(в 3,1 раза больше чем потребляемые ДВС-ом).

Утилизация и производство Li-ion батарей:

Литий сам по себе безопасный металл, но пары Li-ion-ых батарей опасные и ядовитые, а еще Li-ion-ые батареи очень хорошо горят красивым черным дымом при их повреждении или попадания в них воды. Таким образом мы получаем опасные производства батарей и риск не очень экологичного воспламенения, которое сложно потушить так как при их горении выделяется O₂, который мешает тушению, а также образуется CO₂. Рисунки примера горения электромобиля можно посмотреть в Приложении, рисунок №1.

Утилизация Li-ion батарей может быть даже от части экологична, но это очень рискованно так как они имеют свойство гореть и таких предприятий по

переработке малое количество. Этот пункт нужен так как средний срок службы такой батареи в электромобиле 7 лет, а дальше или замена, или утилизация всего электромобиля. Так же есть электромоторы, они конструктивно вечны, но это в основном далеко не так. Для ознакомления с примером ЧС на заводах по переработке Li-ion-ых батарей посмотрите рисунок №2 в Приложении.

2. Проблемы ДВС

Возьмем авто, которые я приводил в пример: Audi Q5- рассчитана на нормы Euro 6 и выбросы CO₂ от него 143 г/км. Volvo XC90-Euro 6, CO₂-174 г/км. Renault Megane-Euro 6, CO₂-187 г/км. Для человека опасно содержание углекислого газа в воздухе 0,35% , пока что ДВС испортил это значение до 0,42%. И получается, что, если следовать эко-нормам, то ДВС не такой уж и опасный.

3. Проблемы электромобилей

А теперь посмотрим от чего питаются электромобили и сможем определить, что 29% ЭС в мире вырабатывают энергию с помощью возобновляемых источников энергии. Таким образом 71% электромобилей потребляют и выделяют тот же бензин, дизель, газ и CO₂ только в другом виде. Может это подтвердить диаграмма №1 с сайта foxford.ru. [6]

Далее рассмотрим интересный факт и ответ на возможный вопрос от разбирающихся людей. Электромобиль очень дорогой в производстве из-за этого для наименьшей цены производителю приходится на чем-то экономить, например, упрощенная сборка кузова, более маленькие тормозные колодки из-за надежды на рекуперацию.

Начнем с тормозных колодок. Рекуперация – это процесс при котором электродвигатели принимают роль генератора и переводят кинетическую энергию от кручения колес в электрическую для заряда батареи, что соответственно в какой-то мере замедляет электромобиль. И производители для преимущества перед аудиторией в цене пренебрегают размером тормозных колодок, что пагубно влияет на торможении и безопасности для водителя. Если рассматривать ситуацию при которой рекуперация отключена или по какой-либо причине не работает, то можно определить, что торможение будет затруднено. Сравнение тормозных колодок с автомобилями на ДВС можно посмотреть в приложении на рисунке №3.

Упрощенная сборка: для максимального удешевления сборки электромобили льются, а в последствии спрессовываются двумя разными частями кузов, что увеличивает количество выбросов CO₂ так как для такого способа нужны наиболее прочные и сложные сплавы металла и алюминия. По данным отчета компании Tesla после введения такой технологии выбросы парниковых газов увеличились на 20% с 42млн тонн в 2022 году до 50млн тонн в 2023.

Заключение

В ходе моей работы поставленная цель была достигнута: проведено аналитическое сравнение экологичности автомобиля на электродвигателе и двигателе внутреннего сгорания (ДВС).

Все задачи были выполнены в полном объёме:

1) изучены физико-химические свойства литий-ионных (Li-ion) батарей, особенности производства и способы их утилизации,

2) изучены физико-химические свойства шин и тормозной системы автомобилей,

3) произведено сравнение количества отходов различного вида для электромобилей и автомобилей на ДВС.

Общий вывод: электромобили ни чуть не экологичнее обычного автомобиля на ДВС.

Выбор за вами, но грядущий автомобильный кризис сделает ДВС снова великим и, может, даже навсегда.

Список источников

1. Бесшумное зло: экологичность электромобилей – это миф — DRIVE2.
URL:
<https://www.drive2.ru/b/548104348496822418/?ysclid=m3qf2kdtwp154911191>
(дата обращения: 05.10.2024).
2. Шишкина Полина Андреевна АНАЛИТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИИ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. №3. URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskoe-sravnenie-avtomobiley-s-dvigatелеm-vnutrennego-sgoraniya-i-elektromobiley-v-kontekste-ekologii> (дата обращения: 21.10.2024).
3. Возобновляемая энергия – обеспечение более безопасного будущего. URL:
<https://www.un.org/ru/climatechange/raising-ambition/renewable-energy#:~:text=%D0%92%20%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D1%89%D0%B5%D0%B5%20%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F%20%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%2029,%D1%81%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8F%2C%20%D0%B8%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%83%D1%89%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9> (дата обращения: 22.10.2024).
4. Легковые автомобили в Ярославле. URL:
https://auto.ru/catalog/cars/renault/megane/20728400/20766750/specifications/20766750__20766755/(дата обращения: 22.10.2024).
5. Микроскопическая угроза: частицы PM10 и PM2,5. URL:
<https://www.msulab.ru/knowledge/air/microscopic-threat-particles-pm10-and-pm2-5/#:~:text=%D0%92%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D>

0%B8%D1%86%D1%8B%20%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%81%D0%B5%D0%B1%D0%B5,%D0%B2%20%D0%BB%D0%B5%D0%B3%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%B8%20%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%8C%20%D1%82%D0%B0%D0%BC (дата обращения 24.10.2024)

6. Электроэнергетика мира. URL:
https://foxford.ru/wiki/geografiya/elektroenergetika-mira?srsltid=AfmBOoq3VVA1PDXsZNYxqreLkpPNGcn26VhUXfB3TBOSIrJ_A9_hkWdf (дата обращения 27.10.2024)

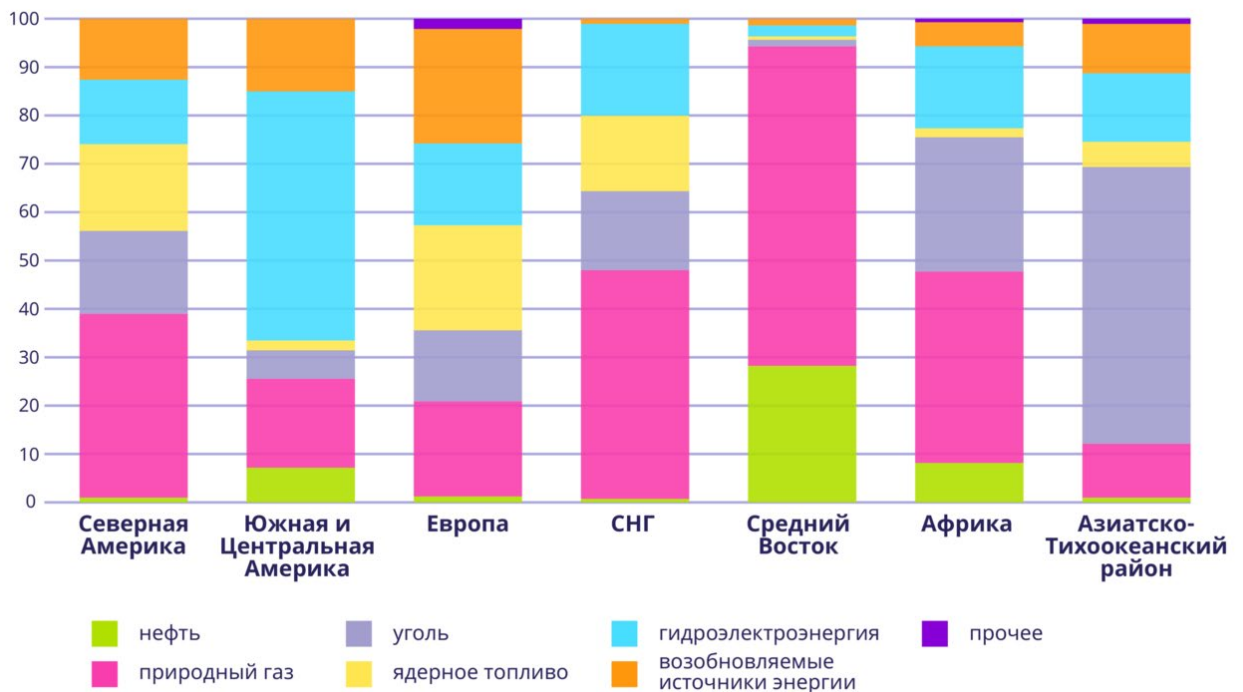


Диаграмма №1

Wet Cybertruck Catches Fire After Hitting Fire Hydrant

The Cybertruck ignited outside a Bass Pro Shop in Texas after its battery pack got wet following a crash with a fire hydrant

By **Owen Bellwood** Published August 29, 2024 | Comments (25)



Fire! Fire! Gif: Reddit ([Other](#))

Tesla's flagship [Cybertruck electric pickup](#) does [not like water](#). The truck has been [bricked going into car washes](#), got stranded on the [banks of a small European lake](#) and now a Cybertruck has burst into flames after hitting a fire hydrant that drenched its battery pack.

Рисунок №1

Fire erupts in southeast Missouri at one of world's largest lithium-ion battery facilities

BY: ALLISON KITE - OCTOBER 30, 2024 8:37 PM



Рисунок №2



Рисунок №3

REPORT

Xiaomi SU7 Owners Find It's Not Meant For Track Use After Two Brake Failures Lead To Crashes

Xiaomi admitted that the brakes of the 663 hp EV were designed for daily driving, not the track



BY STEPHEN RIVERS NOVEMBER 15, 2024 AT 14:25



Рисунок №4