

УДК 621.313:629.331.1

А. Ф. Винаков, канд. техн. наук,
Э. В. Савёлова,
А. И. Скринник

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Аннотация: В обзорной статье показаны преимущества современного электромобиля на примере электромобилей фирм *Tesla Motors* и *Nissan Leaf*. Приведены тактико-технические данные этих электромобилей. Современные электромобили надёжны, экономичны и безопасны в эксплуатации. С каждым годом увеличивается максимальный запас хода электромобиля и уменьшается время зарядки его батареи. Поэтому появление электромобиля во всех крупных городах мира неизбежно.

Ключевые слова: электромобиль, *Tesla Motors*, *Nissan Leaf*, экологическая безопасность, аккумуляторные батареи, тяговый электромотор, крутящий момент, время разгона.

О.Ф.Винаков, к.т.н.,
Е.В.Савьолова,
А.І.Скринник

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Анотація: В оглядовій статті показані переваги сучасного електромобіля на прикладі електромобілів фірм *Tesla Motors* і *Nissan Leaf*. Приведені тактико-технічні дані цих електромобілів. Сучасні електромобілі надійні, економічні і безпечні в експлуатації. З кожним роком збільшується максимальний запас ходу електромобіля і зменшується час зарядки його батареї. Тому поява електромобіля у всіх великих містах світу неминуча.

Ключові слова: електромобіль, *Tesla Motors*, *Nissan Leaf*, екологічна безпека, акумуляторні батареї, тяговий електромотор, крутний момент, час розгону.

О. F. Vynakov, PhD,
E. V. Savolova,
A. I. Skrynnyk

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF MODERN ELECTRIC CARS

Abstract: Advantages of modern electric car are shown in this overview article, as compared with cars internal combustion, on example of the electric vehicles of companies *Tesla Motors* and *Nissan Leaf*. Tactic-technical characteristics of these electric vehicles are brought. Modern electric cars are reliable, economical and crashworthiness in exploitation. With every year the maximal supply of motion of electric vehicle is increased and time of charging of this battery diminishes. Therefore, appearance of the electric vehicles in all of large cities of the world inevitably.

Key words: electric vehicles, *Tesla Motors*, *Nissan Leaf*, ecological safety, accumulator batteries, traction motor, torque, acceleration time.

Введение. На сегодняшний день важной составляющей экологической безопасности является проблема экологической безопасности автотранспорта, острота и значимость которой ежегодно возрастает вместе с ростом количества автотранспортных средств. Автомобили вырабатывают до 70 % вредных выбросов в атмосферу, объём выбросов за год в мире составляет около 22 млн. т. загрязняющих веществ различного происхождения: оксид и диоксид углерода, оксиды азота, углеводороды, соединения свинца, серы, твердые частицы, альдегиды, канцеро-

генные вещества. В среднем каждый год они увеличиваются на 3,1 % [1, 2].

Поглощая кислород, автомобиль интенсивно выбрасывает в воздушную среду токсичные компоненты, что приводит к увеличению ежегодного экологического ущерба. Автомобильный транспорт, загрязняющий биосферу продуктами сгорания автомобильного топлива, является источником эмиссии в окружающую среду сложной смеси химических соединений, состав которых зависит от типа двигателя, вида топлива, условий эксплуатации автомобиля. Попадая в атмосферу, в процессе химических реакций с

другими загрязнителями воздуха они образуют еще более вредные соединения, губительно влияющие на экосистему.

Попадание выбросов автомобилей на поверхность земли в бассейнах стока, в открытые водоёмы, в подземные воды приводит к загрязнению водных объектов.

Переносимая автомобилями на дорогах пыль и грязь содержит более 200 наименований химических веществ, многие из которых радиоактивны. Эта пыль оседает в лёгких и растворяется в крови человека, накапливаясь в организме, вызывает различные заболевания органов, рак, аллергию.

Небезопасным для человека является и шумовое воздействие автотранспорта: человек теряет большее количество энергии, у него повышается агрессивность, развивается гипертония, ухудшается слух, сокращается продолжительность жизни [1].

Но на данный момент более удобной, доступной по соотношению «цена – качество», более востребованной во всех сферах деятельности альтернативы автомобильному транспорту у нас нет.

Всё вышеперечисленное привело к необходимости создания и совершенствования новых автомобилей, которые в первую очередь будут более экологически безопасными и менее затратными. Возможно, им станет электромобиль – средство, приводимое в движение электродвигателем вместо двигателя внутреннего сгорания (ДВС), у которого отсутствует коробка передач, вследствие присоединения вала непосредственно к колёсам. Заряжается он как от специализированных зарядных станций, так и от домашней электросети.

Цель работы – показать возможности современных электромобилей, учитывая как их достоинства, так и недостатки на примере самых передовых фирм: Tesla Motors и Nissan Leaf.

Материалы исследований. В 1998 году Калифорнийский Комитет Воздушных Ресурсов (CARB) принял решение, в котором говорилось об объёме продаваемых в год автомобилей с нулевым выхлопом. В том же 1998 году, этот процент составлял 2%, а к 2003 году уже 10%. О переходе на электро-

мобили в период 2015 – 2020 гг. объявили правительства стран Евросоюза и подкрепили это решение с одной стороны солидным штрафом за превышение выхлопов CO₂ от новых автомобилей, произведенных в ЕС в 2015 году, нормы в 130 г на километр, а к 2020 - 95 г CO₂ на километр (до 95 евро за каждый грамм превышения нормы), а с другой – на получение «суперкредитов» на производство «чистых» авто до 2016 года.

По общепринятому мнению, преимуществом электромобиля, по сравнению с обычным, является его экологичность, так как при эксплуатации он не использует горючие смеси, а значит и нет вредных выхлопов в атмосферу, во много раз снижена взрывоопасность. Энергия, используемая в электромобилях на сегодняшний день однозначно дешевле бензина и дизельного топлива. Аккумуляторы таких транспортных средств могут заряжаться во время движения со склона (режим рекуперации) или от солнечного света. Простота сборки и конструкции обеспечивают электромобилю надежность и длительность эксплуатации, увеличивает межсервисный пробег, что приводит к значительной экономии денежных средств владельца. Комфортность создаёт и низкий уровень шума [3].

Но это тоже автомобиль не без недостатков, к которым можно отнести трудности производства дешёвых (сейчас для их создания используют драгоценные металлы) и ёмких аккумуляторов с длительной работой, не содержащих вредных веществ, что создаёт проблему их утилизации. Кроме этого проблемой является и сравнительно небольшой пробег между очередными подзарядками батареи [2], который уменьшается с понижением температуры окружающей среды. К временным недостаткам можно добавить отсутствие развитой электротранспортной инфраструктуры (сети заправочных и станций обслуживания и т.д.).

В XXI веке электромобили уверенно завоевывают рынки автомобилестроения США, Европы и Азии. По данным портала Green Car Report одним из лидеров в производстве электромобилей по праву является компания Tesla Motors, занимающая второе

место по числу проданных в 2015 году легковых электромобилей (50,6 тысячи), опережая мирового лидера – компанию Nissan (50 тысяч Nissan Leaf) [4].

На данный момент модельный ряд автомобильного производителя электрокаров состоит из трёх разных не только по своей внешности, но по функциям и предназначению автомобилей: хэтчбека Tesla Model S, кроссовера Tesla Model X и бюджетного электромобиля Tesla model 3.

Самым популярным электромобилем Tesla Motors стал Tesla Model S (рис.1), представленный компанией в 2009 году и признанный впоследствии (по версии журнала «Motor Trend», США) «автомобилем года 2013». В США первые поставки Tesla Model S стартовали в июне 2012 года, в Европе - с августа 2013, а с 2014 года начались поставки в Китай.



Рис. 1 - Внешний вид модели и приборной панели Tesla Model S

Первоначально модельный ряд S состоял из заднеприводных Model S 60 (с батареей емкостью 60 кВт·ч, мощностью двигателя 306 л.с., временем разгона до 100 км/ч - 6,2 с, «идеальным» запасом хода 390 км), S 85 (с батареей емкостью 85 кВт·ч, мощностью двигателя 367 л.с., временем разгона до 100 км/ч - 5,6 с, «идеальным» запасом хода 502 км.) и S P85. С 2014 года Model S 60 стала оснащаться тем же двигателем, что и S 85, а в 2015 заменена двумя моделями S 70 (с батареей емкостью 70 кВт·ч, мощностью двигателя 320 л.с., временем разгона до 100 км/ч - 5,8 с, «идеальным» запасом хода 420 км) и S 70D (с батареей емкостью 70 кВт·ч, двумя двигателями мощностью 167 л.с. каждый, временем разгона до 100 км/ч - 5,4 с, «идеальным» запасом хода 442 км). Тогда же были представлены новые Model S 85D (с двумя двигателями мощностью 190 л.с. каждый, временем разгона до 100 км/ч - 5,4 с, «идеальным» запасом хода 502 км) и самый про-

двинутый вариант P85D. Литера «D» на новых модификациях Model S означает аббревиатуру Dual Motor (двойной мотор). Второй двигатель позволяет Model S P85D развивать скорость до 100 км/ч всего за 3,2 секунды. Основные технические характеристики для автомобилей Model S с батареей емкостью 85 кВт·ч [5,6,7], более усовершенствованной модели Tesla Model X, выпускаемой с 2015 года [8], а так же тактико-технические характеристики Nissan Leaf [9], представлены ниже в виде таблицы (см. таблицу 1),.

Как видно из Таблицы 1 Nissan Leaf уступает американскому электромобилю любой модификации по многим параметрам, но имеет очень важное преимущество, он значительно дешевле. Поэтому в компании Tesla Motors создали и презентовали весной 2016 года бюджетный электромобиль Tesla model 3, стоимость которого в США будет в пределах 35 тыс.\$.. Электромобиль имеет мощность меньше, чем предыдущие модели, запас хода на одной зарядке около 340 км и разгоняется до 100 км/ч. за 6 секунд.

В комплекте с каждой из производимых на данный момент моделью электромобиля компании Tesla Motors поставляется стандартное зарядное устройство (Mobile Connector) однофазного (американская спецификация) или трехфазного тока (европейская спецификация) с возможностью подключения к домашней электросети. За дополнительную плату – портативная зарядка повышенной мощности (High Power Wall Connector). Каждая из них работоспособна в широком диапазоне температур (-35 ÷ +45) °С. Скорость заряда автомобиля при этом колеблется от 55 до 110 км пробега за каждый час зарядки (при подключении к домашней электросети переменного напряжения 220 В – 14 км за час зарядки) [8].

АКБ электрокара, по словам создателей, состоит из обычных литий-ионных батарей, но схема их подключения и система управления безусловно является «ноу хау» в этой отрасли. Сама же батарея состоит из 16 блоков, расположенных вдоль днища автомобиля, что значительно увеличивает торсионную жесткость и безопасность, за счет снижения

центра тяжести, идеальной развесовке между осями.

Для всех моделей компания Tesla разработала опцию Ludicrous Mode («смешной»,

«нелепый»). Она заключается в замене плавкого предохранителя, защищающего батарею, на компьютеризированный, оснащён-

Таблица 1 - Технические характеристики электромобилей

Автомобиль	Tesla Model S		Tesla Model X	Nissan Leaf
Название модификации	P85	P85D	P90D	SV
Тип кузова	5-дверный хэтчбек		универсал	хэтчбек
Число мест	5 (7)	5	5(6,7)	5
Тяговый электромотор передний	–	асинхронный	асинхрон с медным ротором	синхронный переменного тока
Расположение	–	поперечно	поперечно за передней осью	
Макс. мощность, л. с. (кВт)	–	262 (193)	259 (191)	109(80)
Макс. крутящий момент, Нм	–	331	-	331
Тяговый электромотор задний	асинхронный, переменного тока		асинхронный, переменного тока	-
Расположение	поперечно за задней осью			-
Макс. мощность, л. с. (кВт) / об/мин	416 (305)/ до 8600	476 (350) / 5950	503 (370,5)	-
Макс. крутящий момент, Нм	600	600	-	-
Суммарная мощность сил. установки, л. с. (кВт)	–	738 (543)	762 (561,5)	109(80)
Суммарный крутящий момент, Нм	–	931	965	280
Тяговая батарея (АКБ)	литий-ионная, емкостью		литий-ионная, емкостью	
	85 кВт·ч (напряжение 366 В)		90 кВт·ч	30 кВт·ч
Привод	задний	постоянный полный	постоянный полный	передний
Трансмиссия	одноступенчатые редукторы			одноступенчатый редуктор
Передаточное число главной передачи	спереди	-	9,34	-
	сзади	9,73	9,73	-
Макс. скорость, км/ч	210	250	250	145
Время разгона 0-100 км/ч, с	4,4	3,2(3,3)	3,8(3,2)	7,4
Средний расход электриче-	23,8/18,1	22,4/-	-	21/-

ства (циклы EPA /NEDC), кВт·ч/100 км				
Макс. запас хода, км (цикл NEDC)	502	480	402	175

ный микрочипом, собственной маленькой литиевой батареей и пиропатроном, за миллисекунды разрывающим цепь при опасном значении тока. Вдобавок в контакторе батареи использован инконель вместо стали.

Замена устройства позволяет поднять допустимый ток в моторах с 1300 до 1500 А. Это повышает тягу и приводит к сокращению времени разгона с нуля до 60 миль/ч (97км/ч) с 3,1 до 2,8 с.

29 сентября 2015 года в Калифорнии состоялась официальная презентация семейного кроссовера Tesla Model X (рис. 2). Модель выпускается в трех модификациях.



Рис. 2 - Внешний вид модели и приборной панели Tesla Model X

В комплекте с каждой из производимых на данный момент моделью электромобиля поставляется стандартное зарядное устройство (Mobile Connector) однофазного (американская спецификация) или трехфазного тока (европейская спецификация) с возможностью подключения к домашней электросети. За дополнительную плату – портативная зарядка повышенной мощности (High Power Wall Connector). Каждая из них работоспособна в широком диапазоне температур (-35 ÷ +45) °С. Скорость заряда автомобиля при этом колеблется от 55 до 110 км пробега за каждый час зарядки (при подключении к домашней электросети переменного напряжения 220 В – 14 км за час зарядки).

Информационно-управляющая система автомобиля на базе операционной системы Ubuntu Linux осуществляется двумя четырехъядерными процессорами NVIDIA Tegra 3, один из которых отвечает за работу груп-

пы цифровых измерительных приборов, второй - развлекательно-информационной системы с 17-дюймовым (43,18 см.) сенсорным дисплеем с разрешением 1920x1080.

Сенсорный дисплей открывает доступ к функциям климат-контроля, подогрева сидений и стекла, настройкам рулевого управления, аудио/видео устройств, подвески, освещения, люка на крыше или дверным замкам, беспроводному соединению с Google Maps, Pandora Music (интернет-радио, где пользователь, вводя имя любимого исполнителя, слушает похожие по стилю и звучанию композиции), а также все возможности полноценного интернет-браузера.

Современные электромобили не уступают автомобилям с двигателями внутреннего сгорания ни в скорости, ни в интенсивности разгона. С каждым годом увеличивается максимальный запас хода электромобиля и уменьшается время зарядки его батареи.

Компания Tesla Motors создала зарядную станцию Supercharger, которая за 20 минут позволяет зарядить 85 кВт*ч АКБ электрокара на 50%, за 40 минут – на 80%, за 1,5 часа – полностью, а за 1,5 минуты – заменить батарею на полностью заряженную. Такая рекордная скорость заряда стала возможной благодаря мощности зарядной станции в 120 кВт и подачи тока напрямую в батарею, вместо традиционной зарядной схемы. При этом не возникает нагрузки на энергосистему за счёт использования на станциях подзарядки альтернативных источников энергии - солнечных батарей [5]. Специалисты японской корпорации Kaneka при участии сотрудников Технического университета Айти разработали уникальные литий-ионные аккумуляторы, которые заряжаются в 100 раз быстрее традиционных аналогов [10].

Электромобили за счет физического удаления бензобака, всех горючих жидкостей и связанных с ними узлов, безопаснее автомобилей с ДВС. Специалисты компании Tesla Motors создали электромобиль, став-

ший одним из немногих транспортных средств, получивших максимальный общий рейтинг «5 звезд» по методикам EuroNCAP (Европейской программы оценки новых автомобилей) и NHTSA (Национального управления безопасностью движения на трассах США) во всех видах краш-тестов (самый лучший показатель безопасности на 2013 год) [11].

Внедрение в нашу жизнь электромобилей становится актуальной задачей в свете нового соглашения, выработанного по итогам климатического саммита в Париже (декабрь 2015 г.) и одобренного 196-ю его участниками, которое фактически обязывает человечество уйти от ископаемой энергетики и развивать технологии получения и использования энергии от возобновляемых источников.

Выводы. Такое серьезное отношение к экологическим проблемам способствует развитию рынка автомобилей на электродвигателях, который во многом зависит от наличия инфраструктуры, цены и государственной политики. В Украине наиболее масштабным стал совместный проект владельцев сети заправок ОККО и Tesla Club Ukraine по созданию в 2014 году 34 бесплатных зарядных терминалов для электромобилей на оживленных автотрассах страны. Две станции быстрой зарядки Supercharger в Киевской и Львовской областях планирует в 2016 году открыть компания Tesla Motors.

К сожалению, состояние экономики страны не позволяет, как в развитых Европейских странах (Норвегии, Дании, Нидерландах, Германии, Франции и т.д.) и США, ввести льготы и компенсации владельцам электромобилей. Тем не менее, в ноябре месяце прошлого года правительство отменило ввозную пошлину на транспортные средства с электродвигателями, что позволило снизить его цену на 12 %. На данный момент в парламенте находится законопроект о снятии НДС на покупку электромобиля, принятие которого снизит цену до 40 %.

С учетом вышесказанного возростание популярности и спроса на электромобили во всех крупных городах мира и Украины неизбежно.

Список использованной литературы:

1. Хегай Ю. А. Проблемы экологической обстановки на автомобильном транспорте в Российской Федерации [Текст] / Ю. А. Хегай // Теория и практика общественного развития. – 2014. - № 2. - С. 386 - 388. - ISSN 1815-4964.

2. Хегай Ю. А. Перспективы развития электромобилей и автомобилей гибридов [Текст] / Ю. А. Хегай, Н. О. Тарасова, Е. С. Лукьяненко // Теория и практика общественного развития. – 2014. - № 20. - С. 76 – 78. - ISSN 1815-4964.

3. Дэниэлс Дж. Современные автомобильные технологии: учебник [Текст] / Дж. Дэниэлс. - М., - 2003, - 223 [1] с.: ил. – ISBN 1-85960-811-6.

4. Назван лидер 2015 года в производстве электромобилей [Электронный ресурс] // Пятый элемент: [веб-сайт]. – 25.01.2016. - url: <http://5thelement.ru/5-th-element/nazvan-samyu-uspeshnyy-proizvoditel-elektromobiley-2015-goda.html> (дата доступа 30.04.2016).

5. Tesla Motors | Premium Electric Vehicles [Электронный ресурс] // Tesla Motors: [веб-сайт]. - url: <https://www.teslamotors.com>. - Заголовок с экрана (30.04.2016). - Язык англ.

6. Гурьянов В. Проверка на дорогах. Киловатты и тишина [Текст] / Гурьянов В. // Авторевю. – 2014. - № 5 (537). – С. 22-28.

7. Знаемский С. Проверка на дорогах. Ускорение [Текст] / С. Знаемский // Авторевю. – 2015. - № 12 (567). – С. 26-31.

8. Калашников С. Все интересные факты о Tesla Model X, известные сегодня [Электронный ресурс] // Moscow Tesla Club: [веб-сайт]. – 21.01.2016. - url: <http://teslamodelx.ru/obzor-tesla> (дата доступа 30.04.2016).

9. 2016 Nissan LEAF SV | Price & Specs [Электронный ресурс] // Nissan LEAF: [веб-сайт]. - url: <http://www.nissanusa.com/electric-hybrid-cars>. - Заголовок с экрана (30.04.2016). - Язык англ.

10. Ученые изобрели аккумуляторы, которые заряжаются в 100 раз быстрее обычных [Электронный ресурс] // internetua [веб-сайт]. – 08.04.2016. - url: <http://internetua.com/> (дата доступа 30.04.2016).

11. Соловьёв С. Tesla: пять причин восхищаться и опасаться [Электронный ресурс] // E-xecutive.ru: [веб-сайт]. - 19.08.2015. - url: <http://www.e-xecutive.ru> (дата доступа 30.04.2016).

Получено 06.05.2016

References

1. Khegay Y.A. Problemu ekologicheskoy obstanovki na abtomobilnom transporte v Rossiyskoy federacii [Environmental issues in the sphere of motor transport in the Russian federation], *Teoriya i praktika obschestvennogo razvitiya*, (2014), No 2. – pp. 386 – 388. - ISSN 1815-4964 (In Russian).

2. Khegay Y.A., Tarasova N. O., Lukyanenko E. S. Perspektivy razvitiya elektromobiley i abtomobiley gibridov [Development prospects of electric and hybrid vehicles], *Teoriya i praktika obschestvennogo razvitiya*, (2014), No 20. – pp. 76-78. - ISSN 1815-4964 (In Russian).

3. Daniels Dg. Sovremennyye avtomobilnyie tehnologii: ychebnik [Modern automotive technology: the textbook], (2003), - Moscow, - 224 p. - ISBN 1-85960-811-6 (In Russian).

4. Nazvan lider 2015 goda v proizvodstve elektromobiley [Is adopted the leader in the production of Electric Vehicles in 2015 year], *Pyatyy element*, (25.01.16) (In Russian) Available at: <http://5thelement.ru/5-th-element/nazvan-samy-uspeshnyy-proizvoditel-elektromobiley-2015-goda.html> (accessed 30.04.2016).

5. Tesla Motors | Premium Electric Vehicles, *Tesla Motors* (In English) Available at: <https://www.teslamotors.com/> (accessed 30.04.2016).

6. Guriyanov V. Proverka na dorogah. Kilovatty I tishina [Verification on roads. Kilowatts and quiet], *Autoreview*, (2014), No 5 (537). – pp. 22-28 (In Russian).

7. Znaemskiy S. Proverka na dorogah. Yckorenie [Verification on roads. Acceleration], *Autoreview*, (2015), No 12 (567). – pp. 26-31 (In Russian).

8. Kalashnikov S. Vse interesnye fakty o Tesla Model X, izvectnye segodnya [All interesting facts about Tesla Model X, know today], *Moscow Tesla Club*, (21.01.2016) (In Russian)

Available at: <http://teslamodelx.ru/obzor-tesla> (accessed 30.04.2016).

9. 2016 Nissan LEAF SV | Price & Specs, *Nissan LEAF* (In English) Available at: <http://www.nissanusa.com/electric-hybrid-cars> (accessed 30.04.2016).

10. Ychonyie izobreli akkumulyatory, kotorye zaryagautsa v 100 raz bystree obychnyh [Scientists invented a battery that is charged up to 100 times faster than normal], *internetua*, (08.04.2016) (In Russian) Available at: <http://internetua.com>(accessed 30.04.2016).

11. Solovjov S. Tesla: Pyat prichin voshichatsa i opasatsa [Tesla: five reasons to admire and to fear], *E-xecutive.ru*, (19.08.2015) (In Russian) Available at: <http://www.e-xecutive.ru/> (accessed 30.04.2016).



Винаков
Александр Федорович,
к.т.н, доцент каф. ТООЭ
Одесского нац. политехни-
ческого ун-та.
65044, г. Одесса,
пр. Шевченко, 1.
Тел: +380487058512
e-mail:afvinakov@gmail.com



Савёлова
Эльвира Викторовна,
ст. преп. каф. ТООЭ
Одесского нац. политехни-
ческого ун-та.
65044, г. Одесса,
пр. Шевченко, 1.
Тел: +380487058183
e-mail: elvira_onaxt@mail.ua



Скринник Антон Иванович,
студент гр.КД-121,
Одесского нац. политехни-
ческого ун-та.
65044, г. Одесса,
пр. Шевченко, 1.
e-mail: anton_dora@mail.ru