

УДК 629.331.5

## ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**О.Я. Никонов, профессор, д.т.н., М.В. Костикова, доцент, к.т.н.,  
Б.В. Дыманов, студент, ХНАДУ**

*Аннотация.* Представлен исторический обзор создания гибридных автомобилей и электромобилей, рассмотрены перспективы их развития. Приведены преимущества и указаны недостатки этих транспортных средств.

*Ключевые слова:* гибридный автомобиль, электромобиль, преимущества, недостатки, развитие.

## ІСТОРІЯ Й ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ І ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

**О.Я. Ніконов, професор, д.т.н., М.В. Костікова, доцент, к.т.н.,  
Б.В. Диманов, студент, ХНАДУ**

*Анотація.* Представлений історичний огляд створення гібридних автомобілів і електромобілів, розглянуті перспективи їх розвитку. Наведені переваги й зазначені недоліки цих транспортних засобів.

*Ключові слова:* гібридний автомобіль, електромобіль, переваги, недоліки, розвиток.

## HISTORY AND PERSPECTIVES THE ELECTRIC AND HYBRID CARS DEVELOPMENT

**O.J. Nikonov, professor, dr. eng. sc., M.V. Kostikova, associate professor, cand. eng. sc.,  
B.V. Dymanov, student, KhNAHU**

*Abstract.* The historical review of hybrid and electric cars creation is presented, the perspectives of their development are considered. Advantages over are brought and the limitations of these transport vehicles are indicated.

*Key words:* hybrid car, electric cars, advantages, limitations, perspectives.

### Введение

С каждым годом с конвейера сходят более 90 млн. автомобилей разных цветов, комплектаций, типов и видов. С каждым годом в конструкцию автомобиля внедряют всё новые и новые технологии: композитные материалы, бортовую электронику, интеллектуальные системы управления и т.д.

К сожалению, раньше тенденции развития автомобилестроения крайне отличались от

современных. Никого так не волновала экология, как сейчас. Но лучше поздно, чем никогда, поэтому конструкторы искали решения.

Одним из таких решений были гибридные автомобили и электромобили [1-6]. В настоящее время практически каждая автомобильная компания имеет, или ведёт разработки гибридных версий своих моделей, а производители двухколёсной техники вплотную приблизились к

гибридизации своей продукции.

Гибридный автомобиль кому-то до сих пор может казаться диковинкой, но на самом деле данное изобретение является не такой уже и новинкой, более того, его история берёт своё начало ещё с XIX века. Первый гибридный автомобиль был создан более 100 лет тому назад. Об электромобиле, приводимом в движение электромотором, знает, наверное, весь мир, но как же обстоят дела с его гибридным аналогом, какая жизнь его постигла?

Первый гибридный автомобиль был построен в 1899 году Фердинандом Порше «Lohner-Porsche Mixte» и был принят публикой на Парижском автосалоне в 1901 году. Несмотря на то, что гибридный автомобиль был определён очень практичным, спрос на него быстро пошёл на убыль, в значительной степени благодаря выпуску недорогого серийного автомобиля с бензиновым двигателем Генри Форда. Гибриды определён стоили дороже, потому, по законам рынка, продавались хуже бензиновых аналогов. Начиная с 1950-х годов, гибридные автомобили остались на страницах прошлого, возобновив свою историю и продолжив технологическое развитие многие годы спустя.

В 1960 году Конгресс Соединённых Штатов Америки, при попытке уменьшить уровень загрязнения воздуха выхлопами автомобильного транспорта, принял законопроект, касающийся предмета поощрения использования электромобилей жителями города.

В 1968 году инженеры компании TRW создали первую полноценную гибридную систему привода, используемую в современных машинах и в наше время.

В 1973 году немецкая компания Volkswagen представила публике свой гибридный автомобиль Volkswagen Taxi Hybrid.

В течение последующих 25 лет автопроизводители тратили миллиарды долларов на исследования и разработку гибридных технологий, но, несмотря на это гибридных автомобилей, которые смогли бы свободно конкурировать с бензиновыми по цене и производительности, было

изготовлено довольно мало.

В конце 1990-х годов были выпущены серийные гибридные автомобили и электромобили. Особой популярностью начали пользоваться электрические модели GM EV1 и Toyota RAV-4 EV – этим электромобилям удалось привлечь широкий общественный интерес.

### История электромобилей

История электромобилей насчитывает без малого 180 лет. Первые электромобили появились почти на 50 лет раньше первого автомобиля. После изобретения Фарадеем явления электромагнитной индукции, инженеры пытались дать этому изобретению практическое применение. Точных сведений о времени появления и имени создателя первого электромобиля не сохранилось. Достоверно известно, что в период с конца 1830-х годов до начала 1840-х было представлено как минимум три конструкции безлошадных электрических экипажей: шотландцем Робертом Андерсоном, англичанином Робертом Девидсоном и американцем Томасом Девенпортом. Все они имели большой вес, передвигались со скоростью не более 4 км/ч и были малоприспособлены к практическому применению. Развитие электромобилей сдерживало отсутствие энергоэффективных аккумуляторов.

В 1865 году француз Гастон Планте представил прообраз такого аккумулятора. Он ещё не годился для практического использования, но принципы, заложенные в его конструкцию, были взяты на вооружение другими изобретателями. К началу 80-х XIX века создаются сравнительно лёгкие, а главное, достаточно ёмкие и подзаряжаемые аккумуляторы. Это вызвало бум электромобилестроения. Конец XIX – начало XX веков можно считать «золотым веком» электромобилей. В то время мало кто верил в перспективы развития ДВС. Средний электромобиль тех лет развивал скорость до 30 км/ч, а запаса хода вполне хватало на поездки без подзарядки или замены батарей в течение дня. При этом электромотор «заводился» без проблем в любых условиях, не требовал переключения передач и работал бесшумно. Полную противоположность представлял в те годы автомобиль.

Грохочущий и капризный мотор, выпускавший зловонные облака гари, запах бензина и масла, необходимость ручного запуска и переключения передач – все это отпугивало потенциальных клиентов. Купить безлошадный экипаж в то время могли позволить себе только обеспеченные люди. А они, естественно, предпочитали чистый, тихий и удобный в эксплуатации электромобиль. Электромобили были настолько просты, что ими без проблем управляли женщины и пожилые люди.

Об успехах «электромобилизации» тех лет говорит и то, что первые рекорды скорости были установлены именно на электромобилях. В 1895 году состоялся первый в мире официально зарегистрированный заезд, во время которого электромобиль француза Шарля Жанто показал скорость 63 км/ч. А в 1899 году впервые в истории наземное транспортное средство превысило 100-километровый скоростной рубеж. Электромобиль *Jamais Contente*, построенный бельгийцем Камилем Иенатци, разогнался до 105 км/ч.

В первое десятилетие XX века электромобили получили ещё большее распространение. Они используются в качестве такси, пожарных машин и карет скорой помощи. Увеличивается их скорость и дальность поездки без подзарядки. Отдельные модели оснащаются системой рекуперативного торможения. Наибольшей популярностью электромобили пользовались в США, где в начале XX века количество электромобилей более чем в 1,5 раза превышало количество автомобилей с ДВС.

Постепенно ситуация менялась в пользу бензиновых автомобилей. Популярность электромобилей пошла на спад, и к 1920 году их доля составляла около 1%. К 1930 году их производство практически прекратилось. До конца 1980-х годов об электромобилях никто не вспоминал, пока остро не встала проблема загрязнения окружающей среды и не замаячила перспектива истощения запасов нефти. Ряд компаний приступили к выпуску электрических транспортных средств, не предназначенных, однако, для личного использования. Немногочисленные электрические автобусы, развозные фургоны и грузовики использовались в различных

городских службах. Следующий всплеск интереса к электромобилям, который мы наблюдаем и в настоящее время, произошёл в 90-х годах прошлого века в связи с существенным ужесточением законодательства о загрязнении воздуха. Первым серийным электромобилем нашей современности стал GM EV1, выпускавшийся в США с 1996 по 2003 г.

#### **Актуальность исследований**

На сегодняшний день компании производители автомобилей вплотную занялись проектами по производству электромобилей, следовательно, через несколько десятков лет у потребителей не останется другого варианта, как приобретать электромобили. Хотя если окунуться в недалёкое прошлое, на несколько лет назад, электромобиль казался фантастическим средством передвижения в будущем, а уже на сегодняшний момент нет ни одной автокомпании, которая бы не выпускала экологически безопасное транспортное средство.

На первый взгляд может показаться, что производители автомобилей начали всерьёз задумываться об экологической ситуации на планете, однако для них производство электромобилей является попросту выгодным бизнесом.

На сегодняшний момент электромобили легко могут отыскать своего владельца. В первую очередь, в виду постоянных экономических кризисов, потребители стали более разумно выбирать товар и отдают предпочтение тем автомобилям, которые являются наименее затратными. А во вторую очередь, правительство хочет спасти автомобильную промышленность, не выделяя при этом средства без причины. Но при этом они всячески поддерживают проекты, которые носят социальный характер, например улучшение экологии.

Современные компании-производители автомобилей всё больше выпускают на рынок транспортные средства, которые оборудованы электрическими моторами и литий-ионными батареями. Однако однозначно говорить о том, что электромобили вытеснят своим появлением все привычные машины в скором времени нельзя. Ведь для того, чтобы они прочно

укоренились, первоначально следует создать соответствующую инфраструктуру, а именно необходимо построить специальные заправки и станции технического обслуживания такого транспортного средства.

### **Постановка задачи**

Выяснить преимущества и недостатки гибридных автомобилей и электромобилей и понять тенденции их будущего развития.

### **Результаты исследований**

**Преимущества гибридных автомобилей.** Обычно гибридные автомобили работают на бензине и электричестве, или газовом топливе и электричестве, но встречаются и такие версии гибридов, электричество для батарей которых вырабатывается специальной установкой на топливных ячейках в процессе химической реакции между водородом и кислородом. Преимущества гибридных автомобилей далеко выходят за рамки обычной экономии бензинового топлива.

**Экологичность.** Гибридные автомобили меньше загрязняют атмосферу вредными веществами, чем обычные машины с ДВС. Министерство энергетики США сообщило, что в среднем гибридный автомобиль использует на треть меньше бензина, чем стандартный двигатель внутреннего сгорания. Уменьшение потребления горючего позитивно отображается на состоянии воздуха, улучшает экологическую обстановку. Применение аккумуляторов значительно меньшей ёмкости, чем в электромобилях, в значительной степени упрощает решение проблемы переработки старых батарей. Как упоминалось ранее, гибридные транспортные средства также в своей работе часто используют сочетание таких экологически чистых источников энергии, как электричество и водород, то есть полностью исключают эксплуатацию губительного для экологии бензинового топлива.

**Увеличенный пробег, быстрая заправка.** Гибридные автомобили могут проезжать значительно больше своих бензиновых и полностью электрических сородичей за счёт удачного сочетания работы двух типов двигателей: ДВС и электрического. Как

правило, бензин используется в гибридах лишь с целью дополнительной энергетической запитки аккумуляторов, облегчения старта транспортного средства и увеличения скорости передвижения. На малых скоростях основную работу выполняют электромоторы, однако, когда автомобиль набирает скорость, бензиновые двигатели берут на себя часть прилагаемых усилий. В отличие от электромобилей, гибридам не нужно простаивать долгие часы на заправочных станциях, отбирая у человека драгоценное время.

**Снижение затрат на топливо и техническое обслуживание.** Малые эксплуатационные затраты являются одним из основных преимуществ автотранспорта гибридного привода. Путешествуя на транспортном средстве, которому не всегда нужно горючее топливо для запуска, можно существенно сэкономить. Гибридные автомобили требуют меньше обслуживания, хотя бы потому, что их двигательная установка значительно меньше поддается износу. Более того, большинство компонентов гибридных автомобилей не требуют регулярного технического обслуживания.

**Возможность повторного использования энергии.** В гибридных машинах, так же как и электрических, предусмотрена возможность сохранения части энергии, образующейся при торможении, и её повторного использования. В качестве накопителей энергии в гибридных автомобилях применяются аккумуляторные батареи или же специальные конденсаторы.

**Отличная производительность.** Гибридный автомобиль работают с тем же уровнем производительности, что и любой другой автомобиль, более того, на крутых подъёмах и при движении на высоких скоростях от них можно ожидать ещё большей эффективности работы. Как показывает статистика, большинство людей, которым основную часть своей водительской практики приходилось ездить на бензиновых автомобильных моделях, не замечают практически никакой разницы в эффективности эксплуатации этих двух типов автомобилей. Гибридные транспортные средства пользуются широкой популярностью не только среди

общественности, но и вводятся в эксплуатацию полицией и правоохранительными органами.

**Недостатки гибридных автомобилей.** Количество гибридных автомобилей на дорогах постоянно увеличивается по причине свойственности им целого ряда преимуществ над исключительно электрическими или бензиновыми моделями, однако, как и любой вид транспорта, автомобили гибридной технологии не избавлены от недостатков.

**Снижение производительности.** Гибридная система привода часто подвергается критике со стороны водителей: аккумуляторные батареи, как правило, снижают ёмкость при минусовых температурах. Эксплуатация «батареек» в холодное время года существенно сокращает им жизнь. По этой причине любители поехать на автомобиле по снежным сугробам не всегда останавливают свой выбор на гибридах. Кроме того, добавление лишнего веса автомобилю громоздкими батареями, не всегда благоприятно отображается на их манёвренности.

**Высокая стоимость.** Гибриды стоят приблизительно на 20% дороже автомобилей тех же марок и моделей бензинового или исключительно только одного электрического привода. Подобное расхождение в стоимости объясняется использованием более дорогих в изготовлении и сборке компонентов трансмиссии.

**Трудности с техническим обслуживанием и поиском комплектующих.** Части гибридного привода автомобилей обычно являются более дорогими и эксклюзивными, чем у «обычных» транспортных средств. Кроме того, по причине некоторой новизны этих средств передвижения, в наше время довольно сложно найти настоящего специалиста-механика, который смог бы заняться обслуживанием гибридов. Станции технического обслуживания гибридных автомобилей начали строиться в европейских странах лишь недавно, исходя из чего, говорить о развитии подобной системы в Украине пока что даже не приходится.

**Проблемы безопасности.** Гибридные автомобили, так же как и электрические, при

работе в электрическом режиме работают практически бесшумно, потому могут быть вовремя не услышаны пешеходами.

**Создание гибридного автомобиля на базе бензинового.** Гибридные автомобили уже довольно давно серийно производят многие автомобилестроительные компании – Toyota, Honda, BMW, Volvo и др. Найти и купить гибридный автомобиль сегодня можно практически в любом уголке земного шара. О гибридных автомобилях, так же как и электрических, теперь знает весь мир, включая, конечно же, и жителей Украины. Смущает только то, что позволить такое чудо техники может себе далеко не каждый, ведь по причине довольно высокого ценового показателя гибридный автомобиль и дальше продолжает находиться в списке «элит-продуктов». Но вполне возможно получить вариант гибридного автотранспорта со значительно более низкой стоимостью, если использовать в качестве его базовой платформы легковую бензиновую машину. Это уже будет не совсем тот амбициозный проект гибрида от известного автопроизводителя, набитый сложной электроникой и отличающийся уникальным дизайном, но цели сокращения расходов на покупку уж точно удастся добиться. Создать гибридный автомобиль возможно, как на основе серийной бензиновой версии зарубежного, так и отечественного производства, несколько изменив систему привода транспортного средства и дополнительно установив на него электрокомплектующие. Самое первое, что придётся сделать, дабы получить долгожданный экономичный автомобиль, это снять с двигателя стартер и электрогенератор, а маховик трансформировать в ротор асинхронного мотор-генератора. По периметру диска маховика крепятся постоянные магниты. Закрепив статор с электрическими обмотками на двигателе получаем стандартный для гибридных автомобилей тяговый электрический мотор со стартер-генератором, правда, расположенный на маховике двигателя внутреннего сгорания. При данном варианте компоновки остаётся нетронутой вся линия передачи мощности от мотора к колёсам, однако возможна и иная схема переоборудования – при помощи установки электрических мотор-колёс. Помимо электрического двигателя новому гибриднему автомобилю понадобится

специальный блок управления, который сможет контролировать работу двигательной установки, руководить процессом рекуперации энергии при торможениях, движением при старте, подъёмах и спусках, обеспечит совместную скоординированную работу бензинового и электрического мотора (мотор-колёс), а также будет нужен блок мощных тяговых аккумуляторных батарей.

#### **Преимущества электромобилей:**

- использование электромобилей может помочь индустриально развитым странам уменьшить зависимость от иностранной нефти;
- загрязнение, обусловленное электромобилями, составляет лишь небольшую часть загрязнения, вызываемого автомобилями с двигателями внутреннего сгорания (при одинаковом пробеге), даже с учётом загрязнения, которое связано с использованием энергии электростанций и производства аккумуляторов;
- стоимость энергии, необходимой для поездки на электромобиле, меньше, чем стоимость энергии, потребляемой при поездке на автомобиле, работающем на ископаемом топливе, на то же расстояние;
- в некоторых районах для тех, кто использует электромобили, отменяются или уменьшаются налоги;
- при определённой доработке электромобили могут частично или полностью подзаряжаться не от сети, а от других источников.

#### **Недостатки электромобилей:**

- максимальный пробег электромобиля от полного заряда до полного разряда аккумулятора меньше, чем пробег типичного автомобиля с полным баком горючего до его опустошения;
- при отрицательных температурах аккумулятор может частично разрядиться или не выдавать достаточный ток;
- электромобиль может оказаться недостаточно мощным и надёжным, если потребуется пользоваться им в суровых климатических условиях, особенно в заснеженных районах.
- конструкция электромобилей не предусматривает их использования в трудных условиях, таких как перевозка грузов или уборка снега.

В некоторых местностях получение

сервисного обслуживания электромобилей может быть затруднено из-за отсутствия запчастей и квалифицированного персонала.

Но всё же, несмотря на определённые недостатки на сегодняшний день можно смело заявить, что за данными типами автомобилей стоит будущее. Но на данный момент по данным социологических опросов около 80% людей в странах СНГ не купило бы автомобиль по причине дорогой стоимости, обслуживания и непригодности дорог. По статистике продаж гибридных автомобилей, число проданных гибридных автомобилей неуклонно растёт из года в год. И это общемировая тенденция.

#### **Выводы**

На современном этапе развития автомобилестроения гибридные автомобили и электромобили не получили широкого распространения по причине их большой стоимости и стоимости их обслуживания, хотя экологическая ситуация во всём мире требует безотлагательного введения данных транспортных средств в массовое производство. Так как в мире уже более полутора миллиардов автомобилей с ДВС, которые выбрасывают уймы вредных веществ, общественности необходимо искать способы решения этой проблемы. Но без предприятий, выпускающих данные транспортные средства, которые должны пойти на встречу, чтобы уменьшить всемирные проблемы загрязнения, это будет проблематично.

#### **Литература**

1. Гібридні автомобілі: [монографія] / [О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков та ін.]; Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Х.: Крок, 2008. – 327 с.
2. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика: [монографія] / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двандненко; Харк. нац. автомобільно-дорожній ун-т. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
3. Никонов О.Я. Гибридные мототранспортные средства: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Никонов, С.И. Толстяк, В.О. Баранова // Автомобиль і

- Електроніка. Сучасні Технології. – ХНАДУ. – Харків. – 2013. – №4. – С. 15 – 18.
4. Гибридный автомобиль [Электронный ресурс] // Системы современного автомобиля. – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/engine/hybrid.html>.
5. Электромобиль-гибрид с возможностью подключения к электросети – машина будущего? (дополнительные и ионные батареи) [Электронный ресурс] // Авто Релиз.ру. – Режим доступа: <http://autorelease.ru/articles/automobile/347-gibridnyj-elektromobil-s-vozmozhnostyu-podklyucheniya-k-elektroseti-mashina-budushhego.html>.
6. Гибридный автомобиль [Электронный ресурс] // Словари и энциклопедии на Академикe. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/72359>.
- Рецензент А.В.Бажинов, профессор, д-р техн. наук, ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 30.10.2015.

УДК 629.3, 504

## PRINCIPLES OF CONSTRUCTION HYBRID POWER INSTALLATIONS

O. Smyrnov, associate professor, cand. eng. sc.,  
S. Klymenko, student, KhNAHU

**Abstract.** A new classification of the hybrid power plant, that defines of their creating at the main decisive principle: economic, energy and ecological. At creating hybrid vehicles in the budget segment, the most promising is the economic principle of the hybrid power plant.

**Keywords:** hybrid vehicle, hybrid electric, hybrid power plant, construction principle, internal combustion engine, electric motor, traction battery.

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ГІБРИДНИХ СИЛОВИХ УСТАНОВОК

О.П. Смирнов, доцент, к.т.н., С.І. Клименко, студент, ХНАДУ

**Анотація.** Запропонована нова класифікація гібридних силових установок, яка визначає їх побудову за основним вирішальним принципом: економічним, енергетичним або екологічним. При створенні гібридних транспортних засобів у бюджетному сегменті самим перспективним є економічний принцип побудови гібридних силових установок.

**Ключові слова:** гібридний транспортний засіб, гібридний електромобіль, гібридна силова установка, принцип побудови, двигун внутрішнього згорання, електричний двигун, тягова акумуляторна батарея.

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК

О.П. Смирнов, доцент, к.т.н., ХНАДУ, С.И. Клименко, студент, ХНАДУ

**Анотация.** Предложена новая классификация гибридных силовых установок, которая определяет их построение по основному решающему принципу: экономическому, энергетическому или экологическому. При создании гибридных транспортных средств в бюджетном сегменте самым перспективным является экономический принцип построения гибридных силовых установок.