



УДК 656

Исследование мирового автопарка гибридных автомобилей

*Порохня А. А., канд. техн. наук, доцент; Оганисян А. П.
Северо-Кавказский Федеральный Университет
355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Кулакова, 2*

Аннотация. Гибридные автомобили – это электромобили, в которых используются небольшие двигатели внутреннего сгорания и электрогенератор. Преимущества этой концепции очевидны: повышенная топливная экономичность и снижение уровня загрязнения без усложнений и требований к техническому обслуживанию, характерных для автомобиля с чисто электрическим приводом. В этой статье представлен анализ конструктивных схем гибридных автомобилей, рассмотрен мировой рынок гибридных транспортных средств.

Ключевые слова: автомобили, гибридные автомобили, топливная экономичность, экологическая чистота, высоковольтная батарея, электрогенератор, электромобили, мотор-генератор.

Hybrid Electric Vehicles: A History of Technological Innovation

*Porokhnya A. A., Oganisyan A. P.
North Caucasus Federal University*

Annotation. Hybrid vehicles are electric cars that utilize small internal-combustion engines and an electric generator. The advantages of this concept are clear: increased fuel efficiency and reduced levels of pollution without the complications and maintenance requirements of a purely electrical-powered vehicle. This article presents an analysis of the design diagrams of hybrid vehicles and examines the global market for hybrid vehicles.

Keywords: cars, hybrid cars, fuel efficiency, environmental friendliness, high-voltage battery, electric generator, electric vehicles, motor-generator.

Введение. В последнее время наблюдается большой ажиотаж по поводу выхода гибридных автомобилей на российский потребительский рынок. Может показаться, что гибридная концепция является относительно новой для автомобильной промышленности, но это неправда. Почти столетие назад, в 1904 году, концепция была задумана американским инженером Х. Пайпером [1].

В течение многих лет концепция широко игнорировалась, в первую очередь из-за высоких затрат на разработку и неопределенности относительно широкого распространения электромобилей. Хотя первоначальная концепция Пайпера оказалась неудачной, его идея позже положила начало инновации.

Основная часть. Нынешнее стремление к гибридным технологиям кажется естественным развитием, если учесть многочисленные преимущества, которые они имеют перед традиционными автомобилями. Многие рассматривают эти автомобили как компромисс между электромобилями и обычными автомобилями



внутреннего сгорания и, таким образом, предполагают снижение выбросов на 50 % по сравнению с традиционными автомобилями. Фактически, при расчете на основе полного топливного цикла гибриды обеспечивают почти те же преимущества по выбросам, что и электромобили, по сравнению с современными автомобилями [2]. Если учесть загрязнение от источника, который заряжает аккумуляторы, электромобиль загрязняет окружающую среду примерно в десять раз меньше, чем обычный автомобиль с двигателем внутреннего сгорания. Гибрид может загрязнять окружающую среду примерно на одну восьмую. Более того, гибридный автомобиль обеспечивает высокую топливную экономичность.

Способность гибридных технологий расширять радиус действия гибридного автомобиля во многом зависит от их способности оптимизировать эффективность гибридной силовой установки. Большинству гибридных транспортных средств требуется полная мощность на колесах только для очень коротких рывков. Хотя максимальная мощность большинства новых автомобилей, продаваемых сегодня в России, составляет более ста киловатт, средняя мощность, фактически используемая при движении по городу и шоссе, составляет всего около 7,5 киловатт. При такой обычно небольшой нагрузке КПД двигателя очень низкий – обычно не выше 20 % [3]. В гибридной концепции очень маленький первичный двигатель, работающий с почти максимальной эффективностью, генерирует этот небольшой уровень мощности. Мощность двигателя внутреннего сгорания гибрида обычно колеблется от одной десятой до одной четверти мощности аналогичного автомобиля. В дополнение к этой конфигурации, обычно электрической, используется дополнительная трансмиссия, которая применяется при различных дорожных нагрузках [4].

Выбор типа силовой установки в новых гибридных автомобилях практически не ограничивает возможности трансмиссии. По расположению элементов гибридной силовой установки различают последовательные, параллельные и последовательно-параллельные гибридные автомобили. Гибридные автомобили, эксплуатируемые в Российской Федерации, в основном имеют последовательно-параллельное расположение элементов гибридной силовой установки [5].

В последовательной схеме колеса приводятся в движение электромотором (ЭМ), а двигатель внутреннего сгорания вращает генератор, который вырабатывает электроэнергию. На рис. 1 представлена схема автомобиля с последовательным расположением элементов гибридной силовой установки [6].

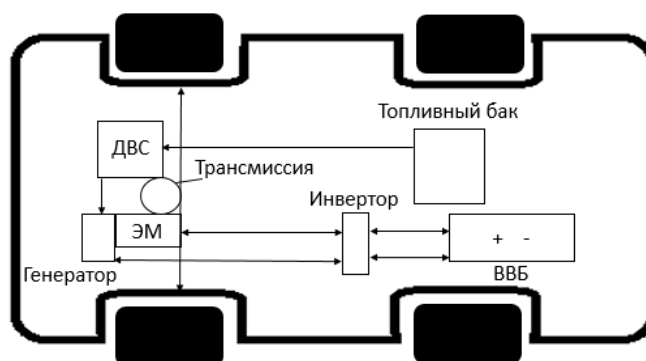


Рис. 1. Схема автомобиля с последовательным расположением элементов гибридной силовой установки



Параллельная схема расположения элементов гибридной силовой установки предполагает независимую работу двигателя внутреннего сгорания от электродвигателя. Двигатель внутреннего сгорания связан с механической трансмиссией, а электромотор выполняет функцию мотор-генератора (МГ) и маховика [7]. По шоссе автомобиль движется с помощью двигателя внутреннего сгорания, который также заряжает высоковольтную батарею от мотор-генератора. При ускорении оба двигателя включаются в работу, при этом каждый источник энергии вносит свой вклад в суммарную мощность [8]. В процессе торможения двигателем происходит возврат энергии в высоковольтную батарею. Конструктивная схема параллельного гибридного транспортного средства представлена на рис. 2.

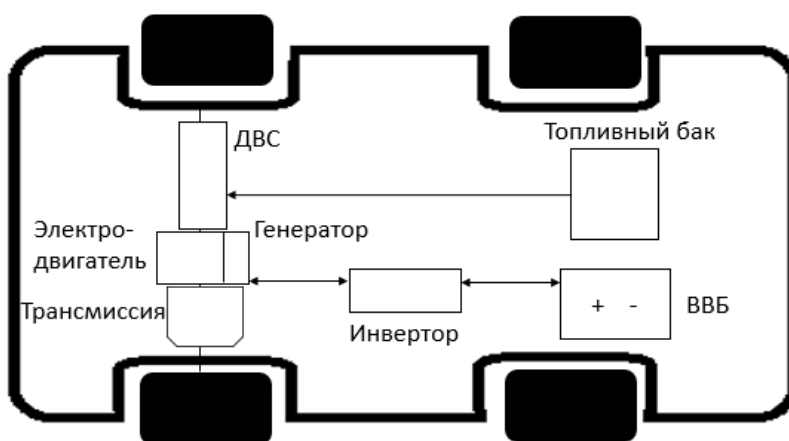


Рис. 2. Конструктивная схема параллельного гибридного транспортного средства

Последовательно-параллельное расположение элементов гибридной силовой установки встречается у большинства гибридных автомобилей. В состав схемы входят электромотор-генератор (МГ1), мотор-генератор (МГ2), инвертор Ин1, инвертор Ин2 и тяговая высоковольтная батарея [9]. Схема может работать последовательно при низких скоростях и параллельно при больших ускорениях. На рис. 3 представлена схема с последовательно-параллельным расположением элементов гибридной силовой установки.

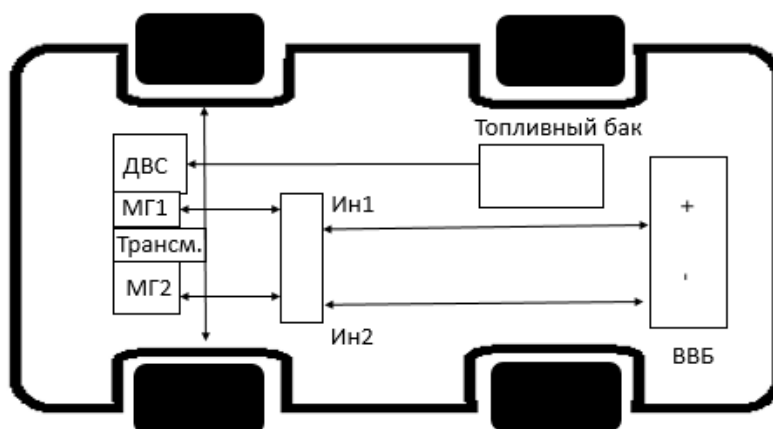


Рис. 3. Смешанная схема расположения элементов гибридной силовой установки



По степени гибридизации (табл. 1) различают: микро-гибриды, мягкие гибриды, полные гибриды и подзаряжаемые гибриды.

Таблица 1. Классификация гибридных автомобилей по уровню гибридизации

Тип гибридного автомобиля	Степень гибридизации, %
Микро-гибрид	до 10
Мягкий гибрид	10–20
Полный гибрид	20–50
Подзаряжаемый гибрид	50–75

Довольно сложно оценить количество гибридных автомобилей, проданных по всему миру. Есть только статистика продаж по отдельным странам. На сегодняшний день наибольшее количество гибридных автомобилей продается в Японии, где общий объем продаж составляет примерно 8 млн единиц. Самыми популярными японскими гибридными автомобилями в 2022 году являются Toyota Prius, Toyota Aqua, Honda Civic Hybrid, Nissan Note, Honda Fit.

Вторыми по объему реализованных гибридных автомобилей являются США, где общий объем продаж составил 5,9 миллиона автомобилей до декабря 2022 года. Доля продаж гибридных автомобилей на рынке США составляет около 36 % от общего объема продаж гибридных автомобилей во всем мире. Этот сегмент рынка представлен большим количеством различных брендов. Из 32 моделей гибридных автомобилей, доступных в 2022 году, самыми популярными были Toyota RAV4, Ford Fusion и Toyota Prius. С 2005 года Ford продал около 400 000 гибридных автомобилей. При этом Ford Escape Hybrid считается одним из самых экономичных кроссоверов со средним расходом топлива в городе (по трассе) – 6,9 (7,5) л/100 км. Одним из самых экономичных полноразмерных седанов на сегодняшний день является Ford Fusion Hybrid, средний расход которого составляет 5,7 (6,5) л/100 км по городу (шоссе).

Европейские страны начали интересоваться гибридными автомобилями только с 2006 года, вследствие этого европейский парк гибридных автомобилей меньше, чем в США. Согласно статистике продаж, в Европе было реализовано около 3 млн. автомобилей с гибридными силовыми установками. В настоящее время около наибольшим спросом среди гибридных автомобилей в Европе пользуются автомобили марок Toyota и Lexus, 25 % – автомобили марок Honda, 15 % – гибридные автомобили европейского производства.

В Китае насчитывается примерно 1 млн. гибридных автомобилей, среди которых наиболее популярны такие марки автомобилей, как Chery и BYD.

Российский автопарк насчитывает более 44,1 млн легковых автомобилей, в том числе 82 000 гибридных автомобилей. Реализация автомобилей с гибридными силовыми установками в России началась в 2007 году. Сегодня парк российских гибридных автомобилей представлен японскими брендами, самым популярным среди которых является Toyota Prius. Их в России зарегистрировано 52 800 единиц, что составляет почти 64 % автопарка. Вторую строчку занимает Lexus RX (6,5 тыс. автомобилей, 8 %). Третью строчку занимает Toyota Aqua (6,3 тыс., 7,8 %). Наиболее популярными неазиатскими гибридными автомобилями являются Ford Escape, Mercedes-Benz S-Class и BMW X6 [10]. Изучив



статистику продаж гибридных автомобилей по всему миру, мы делаем вывод, что численность мирового автопарка гибридных автомобилей увеличивается примерно на 3 млн. шт. за каждые 5 лет.

Заключение. Гибридные автомобили набирают популярность среди покупателей, поскольку они предлагают следующие преимущества:

1. Экономия топлива. Гибридные автомобили потребляют в среднем 6,5 л/100 км в городе и 4,8 л/100 км за городом.

2. Экологическая безопасность. Гибридные автомобили считаются экологически чистым транспортом, поскольку использование электродвигателя уменьшает количество вредных выхлопных газов, выбрасываемых в окружающую среду.

3. Государственные льготы на покупку экологических автомобилей. Во многих странах существуют субсидии на покупку гибридных и электрических транспортных средств.

В отрицательную сторону отмечается: высокая сложность гибридного автомобиля; цена на данный автомобиль значительно превышает цену на автомобиль, имеющий двигатель внутреннего сгорания; аккумуляторные батареи подвержены саморазряду; ремонт гибрида значительно превышает ремонт автомобиля, оснащенного двигателем внутреннего сгорания [11]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что автомобиль, который оснащен гибридной силовой установкой, не решает все проблемы, однако является ключевым звеном, которое устраняет проблему, связанную с выбросом вредных веществ в атмосфере, помимо этого гибридные технологии дадут возможность проработать такие ключевые технические компоненты, как компактность аккумуляторов, технологию быстрой зарядки от внешних источников, облегченность кузовов [12].

Литература

1. Оганисян, А. П. Автомобили с гибридными силовыми установками – решение экологических и экономических проблем / А. П. Оганисян, А. А. Порохня // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в техносфере и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 24–25 мая 2021 года. – Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2021. – С. 117–120.

2. Кичигин, С. Ю. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей путем оптимизации квалификации состава ремонтных рабочих : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / С. Ю. Кичигин. – М., 2011. – 29 с.

3. Кустиков, А. Д. Обоснование корректирования периодичности обслуживания коробок передач автобусов для условий дорог с переменным продольным профилем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А. Д. Кустиков. – М., 2015. – 32 с.

4. Володькин, П. П. Оптимизация транспортного обслуживания населения муниципальных образований с учетом социальных факторов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / П. П. Володькин. – М., 2011. – 34 с.



5. Маврин, В. Г. Совершенствование системы обслуживания автомобилей путем оптимизации территориального размещения автосервисных предприятий: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / В. Г. Маврин. – М., 2010. – 31 с.
6. Слитников, К. Л. Обоснование периодичности предупредительных ремонтов автомобильных ДВС с целью сокращения эксплуатационных затрат: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / К. Л. Слитников. – М., 2013. – 28 с.
7. Крамаренко, Г. В. Техническая эксплуатация автомобилей – М. : Транспорт, 1983. – 487 с.
8. Ушанов, В. А. Исследование и оптимизация параметров системы технического обслуживания и ремонта машин и их использование при прогнозировании технических услуг в АПК Восточной Сибири: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / В. А. Анисимович. – М., 2000. – 18 с.
9. Живов, С. В. Методика оптимизации периодичности технического обслуживания автомобилей-такси: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / С. В. Живов. – М., 2008. – 26 с.
10. Раков, В. А. Методика оценки технического состояния гибридных силовых установок автомобилей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / В. А. Раков. – СПб., 2012. – 27 с.
11. Иванов, Б. В. Управление техническим обслуживанием машин / Б. В. Иванов. – М. : Машиностроение, 2009. – 160 с.
12. Рыбаков, М. П. Как построить надежную систему из надежных элементов / М. П. Рыбаков. – М. : Гостехиздат, 2015. – 523 с.

УДК 624.04

Постнапряжение в построечных условиях

*Послед (Андропова) Е. Ю.; Зверев В. Ф., канд. техн. наук, профессор
Белорусский национальный технический университет,
220013, Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, 65*

Аннотация. В последнее время в практике строительства по всему миру постнапряженные перекрытия широко используются при возведении зданий. Использование технологии постнапряжения в плоских плитах перекрытия, наряду с простотой ее реализации и высокой надежностью, позволяет снизить расход арматуры в 1,7 раза, а расход бетона – на 20–30 % по сравнению с обычными железобетонными перекрытиями. Постнапряжение позволило увеличить пролеты, повысить трещиностойкость, жесткость и значительно снизить собственный вес конструкций, сделав их более экономичными. Существенным преимуществом этой технологии является ее использование высоких прочностных свойств напрягаемой арматуры. Применение постнапряжения в построечных условиях дает возможность решать недостатки монолитного строительства за счет использования прогрессивных строительных технологий и современных конструктивных решений возведения зданий. В Республике Беларусь метод предварительного напряжения бетона в построечных условиях применялся лишь при строитель-