

УДК 629.113

А.С. Теренченко, К.Е. Карпухин

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.

ГНЦ «НАМИ»

Рассмотрены предпосылки создания экологически чистых и энергоэффективных транспортных средств в России и мире. Проанализирован зарубежный опыт стимулирования развития рынка автомобилей с гибридной силовой установкой и электромобилей. Показаны причины невысокой популярности автомобилей с гибридной силовой установкой в России и пути решения этой проблемы. Приведены работы ФГУП «НАМИ» в области создания энергоэффективного транспорта.

Ключевые слова: транспортное средство, автомобиль, гибридный автомобиль, электромобиль, топливная экономичность, экологичность, энергоэффективность, рынок.

Доступ к чистой и эффективной энергии является залогом благополучия, безопасности, здоровья и высокого уровня жизни для любой страны в мире. «Революция в сфере чистой энергетики», необходима для выполнения основных задач и инициатив по данному прикладному научному исследованию и при этом должна сопровождаться коренными изменениями, сопоставимыми с теми, которые наблюдались во время энергетической революции в период с 1850 по 1920 годы, в то время, когда на смену традиционным источникам энергии пришел уголь. Коренные изменения должны произойти в ближайшее время, а не за 70 лет, как раньше.

В настоящее время доля транспортного сектора в мировом конечном потреблении энергии составляет более 25%, и год от года эта цифра растет (Ежегодный доклад 2012/2013 Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций). В тоже время около 80 % потребляемой энергии в транспортном комплексе приходится на автомобильный транспорт, который практически полностью работает на базе нефтепродуктов, используемых в двигателях внутреннего сгорания. Повышение топливной экономичности и улучшение экологичности транспортных средств является тем самым инструментом, который позволит улучшить энергоэффективность и энергосбережение всей отрасли.

В России транспорт также является одним из самых крупных потребителей энергии при этом одним из основных загрязнителей окружающей среды. Транспорт загрязняет воздух, почву, воду, создает шум и вибрации, воздействует на здоровье населения и т.д. Доля транспорта в загрязнение атмосферы в среднем по России около 45%, а в крупных городах достигает 90%. В связи с чем в зоне недопустимо высокого риска для здоровья проживает не менее 15 млн горожан.

Современные транспортные средства обладают высокими показателями топливной экономичности, экологичности и, как следствие, энергоэффективности. Однако в полной мере эти качества действуют только при равномерном движении, пусть и в относительно широком диапазоне скоростей и нагрузок. При этом условия для длительного движения с постоянной скоростью имеются только на загородных трассах или на скоростных автомагистралях.

При движении в городе, которое характеризуется постоянным чередованием фаз разгона, непродолжительного равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателем (на светофоре, перед пешеходным переходом или в «пробке»), при движении с невысокими скоростями, топливно-экономические и экологические показатели стандартного транспортного средства существенно ухудшаются. Причин этому несколько – недостаточное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной в условиях города скоростью, вследствие чего двигатель работает с повышен-

ными удельными расходами, постоянные затраты на накопление транспортным средством кинетической энергии, которая затем через короткий промежуток времени переводится в тепло и теряется в фазе служебного замедления транспортного средства, бесполезная затрата энергии в работе двигателя в режиме холостого хода.

Решение данных проблем – это создание автомобилей с комбинированными энергоустановками и электромобилей. Широкое производство данных транспортных средств налаживается в ведущих странах мира.

Энергоэффективность автомобилей с КЭУ обусловлена её системой управления, в первую очередь, алгоритмами управления. Актуальность разработки комбинированной энергоустановки транспортных средств с алгоритмами взаимодействия основных элементов, обеспечивающими повышение их общей энергоэффективности, определяется в достижении более высоких показателей энергосбережения и повышении экологической безопасности транспортных средств, что позволит значительно повысить энергоэффективность и энергосбережение соответствующих отраслей и секторов экономики.

Основным источником энергии в транспортном средстве с комбинированной энергоустановкой является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Как описано выше, наименее эффективно ДВС работает при малых нагрузках и в переходных режимах. В последнем случае энергетическая эффективность его падает с увеличением нагрузки в переходном процессе. В современных системах КЭУ алгоритмы управления практически исключают режим работы при малых нагрузках. Однако нагруженные переходные процессы увеличения частоты вращения практически не исключаются из режимов работы ДВС. Таким образом, повышение топливно-экономических и экологических характеристик транспортных средств с КЭУ должно быть связано с минимизацией динамических переходных процессов в ДВС при их работе в нагруженных режимах, когда эти динамические нагрузки берет на себя электропривод. На современном этапе развития систем КЭУ эта задача решается лишь частично, так как при формировании алгоритмов их функционирования использование наблюдаемости имеющихся информационных координат оказывается недостаточным для увеличения степени минимизации динамических нагрузок ДВС. Для решения поставленной задачи предлагается для формирования алгоритма управления КЭУ использовать информацию о позиции педали акселератора и о динамической ошибке частоты вращения ДВС.

В настоящее время Российский рынок транспортных средств динамично растет, а с учетом прогнозов развития к 2020 г. должен увеличиться в несколько раз. Ужесточение экологического законодательства и требований к топливной экономичности транспортных средств создают наиболее благоприятные условия для роста востребованности систем данного типа. Данное обстоятельство подтверждается изменениями, которые были внесены в стратегию развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. (ПРИКАЗ МИНПРОМТОРГ России № 2155 от 27.12.2013 г.). В частности, в данном документе отмечено развитие новых технологий в автомобилестроении в кратко- и среднесрочной перспективе, которое будет связано с решением основных проблем: экология, безопасность, энерго- и ресурсосбережение в полном жизненном цикле автотранспортных средств (АТС). Каждая из этих проблем в свою очередь определяется приоритетными направлениями, основными из которых являются интересы государства и необходимость производства конкурентоспособной продукции, востребованной потребителями.

Международный опыт, основанный на тенденциях повышения безопасности, снижения токсичности и расхода топлива, а как следствие, повышения энергоэффективности АТС, свидетельствует о перспективах разработок АТС именно с комбинированными энергетическими установками и электромобилями. Опыт ведущих отечественных и зарубежных производителей электромобилей и автомобилей с комбинированными энергоустановками показывает, что данное направление исследований достаточно актуально. Ими занимаются компании: A123 SYSTEMS (US), INC DENSO CORPORATION (JP), Toshiba Corporation (JP), ДЖИ КЕМ ЛТД. (KR), Hitachi Vehicle Energy, Ltd.(JP), Sony Corporation (JP), Samsung SDI

Co., Ltd. (JP), Electro Energy Inc. (US), General Motors (US), Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (JP), ОАО «НПП «КВАНТ» (RU), НИИКЭУ (RU), ООО «НПО ССК» (RU), ОАО «Авиационная электроника и коммуникационные системы» (ОАО «АВЭКС») (RU), ОАО «АВТОВАЗ» (RU), ОАО «КАМАЗ» (RU), «Группа ГАЗ» (RU), ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», МГТУ им. Н.Э. Баумана (RU), МГМУ «МАМИ» (RU), МАДИ (ГТУ) (RU) и многие другие.

Дополнительный стимул такому выбору придает интенсивное развитие технологий химических накопителей энергии (НЭ), применяемых в составе АТС с КЭУ и позволяющий рассчитывать в будущем на существенное снижение эксплуатационных затрат таких АТС относительно АТС с ДВС. Сфера применения подобных АТС с КЭУ – это городской транспорт для коммунальных служб мегаполисов, коммерческий транспорт для грузовых и пассажирских перевозок в крупных городах, характеризующихся движением в плотном дорожном потоке, автомобили, используемые в курортных зонах (Краснодарский Край, Крым и др.), а также маршрутный транспорт.

Необходимо понимать, что в настоящее время достойной альтернативой стандартному автомобилю может являться только автомобиль с комбинированной энергетической установкой либо электромобиль. Данный факт подтверждается растущими продажами гибридов и электромобилей во всем мире. Наиболее продаваемыми на мировом рынке легковыми гибридными автомобилями остаются автомобили корпорации «Тойота Мотор Корпорэйшн». На начало 2014 г. объем продаж гибридных моделей Toyota и Lexus превысил 6 млн экземпляров. В 2012 г. в мире было продано 1,27 млн полногибридных моделей Toyota и Lexus. Сегодня на долю гибридных автомобилей приходится около 15% объема продаж компании «Тойота Мотор Корпорэйшн» в мире, и эта цифра постоянно увеличивается. Аналогичную тенденцию можно наблюдать и у других мировых производителей гибридов и электромобилей (рис. 1).

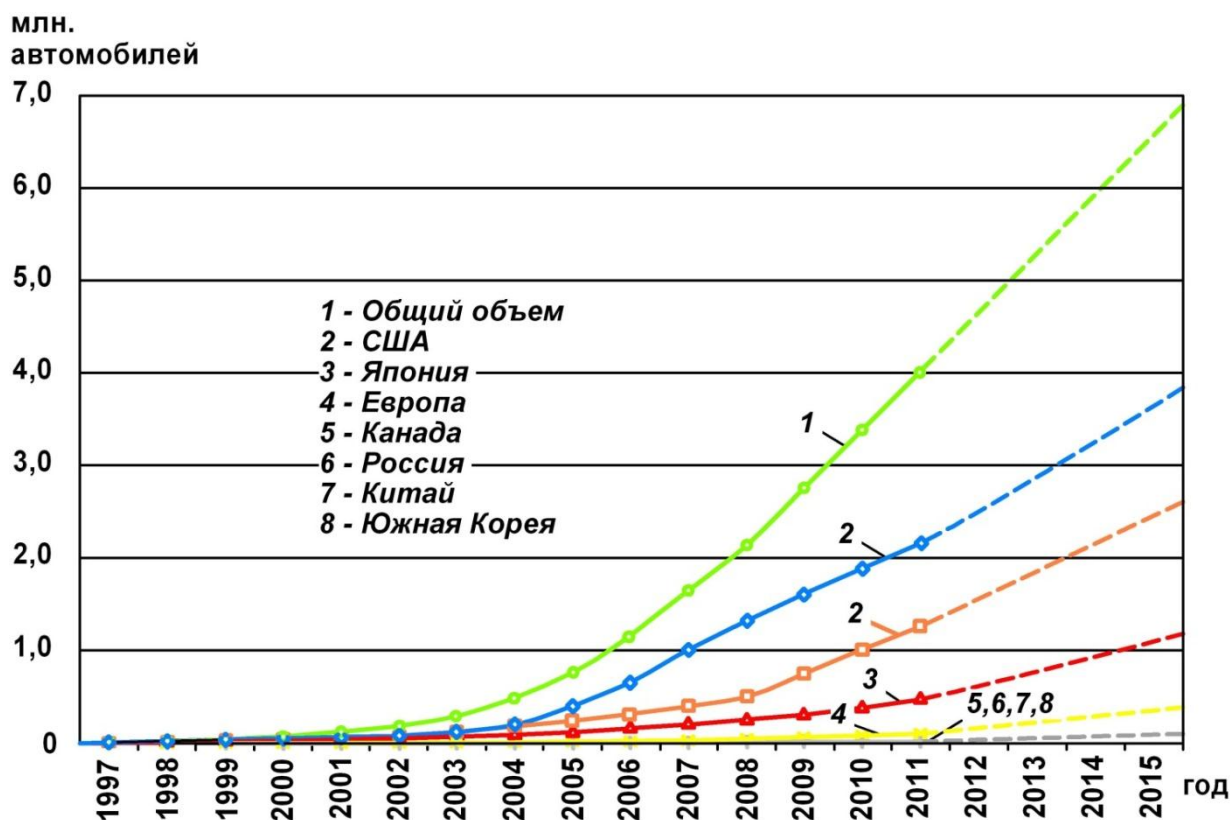


Рис. 1. Статистика продаж гибридных автомобилей по странам и всему миру с прогнозом развития до 2015 г.

По данным компании «Тойота Мотор Корпорэйшн» на начало 2014 г., гибридные автомобили компании позволили уменьшить выбросы углекислого газа (CO_2) на 41 млн т по сравнению со стандартными автомобилями. Специалисты компании подсчитали, что эксплуатация гибридных автомобилей Toyota и Lexus привела к экономии 15 млрд л бензина по сравнению с автомобилями аналогичного класса с бензиновыми двигателями.

В России доля гибридов от общего числа легковых автомобилей, по различным оценкам, не превышает 1 %. В 2011 г. в России было продано около 3 тыс. гибридных автомобилей, при этом 2074 из них – гибридные автомобили Toyota Prius и Lexus. К настоящему времени общее число моделей официально продаваемых в России гибридных автомобилей составляет 11 шт. Среди них: Lexus RX 450h, GS 450h, LS 600h L, CT 200h; Mercedes S400, ML 450; BMW Active Hybrid 7, X6; Toyota Prius; Porsche Hybrid RS; Cadillac Escalade Hybrid.

Гибридные автомобили российской сборки пока не могут составить конкуренции зарубежным, поскольку реализованных производственных проектов таких автомобилей в России нет. Однако следует отметить разработки гибридных автобусов Павловского и Ликинского заводов «Группы ГАЗ», гибридный автобус КАМАЗ-5297Н Нефтекамского завода и автобус «Тролза 5250» «ЭКОбус». При этом в ГНЦ РФ «НАМИ» работы над созданием экологически чистых энергоэффективных автотранспортных средств ведутся с начала 2000-х годов. В частности, были созданы: автобусы с комбинированной энергетической установкой на базе ПАЗ-3237 и ЛИАЗ, гибридный городской автомобиль на базе ЗИЛ-5301 «БЫЧОК» с комбинированной энергетической установкой на основе ДВС, питаемой водородным топливом, генерируемым из метанола, и грузовой автомобиль с комбинированной энергоустановкой на водородных топливных элементах (рис. 2 и рис. 3).



Рис. 2. ЗИЛ 5301 с КЭУ



Рис. 3. Грузовой автомобиль с КУЭ



Рис. 4. Легковой автомобиль класса «В» с КЭУ

Основные технические характеристики

Экологический класс	Евро-6 (при его введении в тех. регламент)
Максимальная скорость, не менее, км/ч	180
Тип энергоустановки	комбинированная энергоустановка, включающая двигатель внутреннего сгорания, буферный накопитель энергии, роботизированную КП и электропривод
Вид топлива	бензин/газ
Полная масса автомобиля, кг	1645

В настоящее время во ФГУП «НАМИ» ведутся два важнейших инновационных проекта по созданию экологически чистых автотранспортных средств:

1. В сотрудничестве с ОАО «АВТОВАЗ» ведутся работы, направленные на «Создание легкового автомобиля класса «В» с комбинированной энергоустановкой». Ожидаемый результат – это бюджетный легковой автомобиль класса «В» с комбинированной энергетической установкой (КЭУ) и роботизированной механической трансмиссией (АМТ), соответствующий перспективным требованиям к выбросам вредных веществ (и уменьшенным эксплуатационным расходам топлива (рис. 4).

2. В сотрудничестве с ОАО «КАМАЗ» ведутся работы, направленные на «Создание полноприводного грузового автомобиля типа бх6 с комбинированной энергоустановкой, соответствующего перспективным международным требованиям по экологии, безопасности, энерго- и ресурсосбережению и утилизации» (рис. 5). Ожидаемый результат – это полноприводный тягач, обеспечивающий при неблагоприятных климатических и дорожных условиях уменьшение эксплуатационного расхода топлива не менее 15%, а также повышение устойчивости движения и проходимости по скользким дорогам.



Основные технические характеристики

Экологический класс	Евро-6 (при его введении в тех. регламент)
Максимальная скорость, не менее, км/ч	110
Тип энергоустановки	комбинированная энергоустановка, включающая двигатель внутреннего сгорания, буферный накопитель энергии и электроприводы
Вид топлива	Дизельное, альтернативное
Полная масса автопоезда, кг	46 000

Рис. 5. Грузовой автомобиль с КЭУ

В настоящее время во ФГУП «НАМИ» ведется проект по теме: «Разработка комбинированной энергоустановки транспортных средств с алгоритмами взаимодействия основных элементов, обеспечивающими повышение их общей энергоэффективности». Данный проект выполняется при поддержке государства в лице Минобрнауки России. (Период выполнения: 2014–2016 гг.)

Причин невысокой популярности автомобилей с комбинированной энергетической установкой в России достаточно много. Во-первых, в России гибридный автомобиль обходится покупателю существенно дороже, чем обычный, с ДВС, причём ценовая разница между ними выше, чем за рубежом. Самый популярный гибридный автомобиль Toyota Prius в США стоит 19–22 тыс. долл., в России – его стоимость составляет 1,2 млн руб., из них примерно 400 тыс. руб. – это таможенная пошлина. Самым доступным серийным гибридным автомобилем в мире является Honda Fit, его стоимость в Японии составляет 18,6 тыс. долл. Поэтому определённая популярность гибридных автомобилей на российском авторынке характерна пока лишь для премиального сегмента. Во-вторых, дефицит углеводородного топлива не тревожит россиян настолько сильно, как, например, западноевропейцев. Как следствие, в России есть некоторое количество покупателей гибридных автомобилей — очень небольшое по сравнению с покупателями традиционных автомобилей, но достаточное для того, чтобы зарубежные автопроизводители ввозили в страну на продажу новые модели гибридных автомобилей. И в-третьих, в России до начала 2014 г. никто не стимулировал развитие рынка экологически чистого транспорта. Российские потребители легко воспринимают

информацию о динамических и функциональных преимуществах, которые дает гибридный привод. Покупателям гибридных автомобилей все это нравится. Но идея экологической сознательности пока не является приоритетной для российских клиентов. В развитых странах владельцы экомобилей, наносящих меньший вред окружающей среде, пользуются поддержкой государства. Эта поддержка бывает самой разнообразной, в разных странах по-разному, но в целом потребитель получает очень хорошие преференции и условия эксплуатации такого автомобиля.

Например, чтобы въехать в центр Лондона, надо заплатить восемь фунтов. Владельцы экологичного транспорта, гибридов и электромобилей от этой платы освобождены. Автомобиль Lexus RX был очень популярен в Лондоне именно поэтому - до недавнего времени это был единственный внедорожник, на котором можно было въехать в центр города бесплатно.

С точки зрения популяризации гибридов важно учитывать несколько факторов. Во-первых, важно общественное мнение, которое зависит от деятельности различных общественных и природоохранных организаций. Они должны рассказывать о том, как влияет использование той или иной продукции на окружающую среду. Во-вторых, и автопроизводители, и потребители должны задумываться о том, позволят ли используемые сегодня технологии сохранять текущий уровень жизни через 10–20 лет, обеспечивают ли они дальнейшее устойчивое развитие. И в-третьих, это государственная поддержка. В Калифорнии, например, гибриды и электромобили безумно популярны. Власти этого штата делали особый акцент на продвижении экологичных технологий. Это находит соответствующий отклик у потребителей.

В нашей стране первые шаги начались 1 февраля 2014 г., когда Совет Евразийской Экономической Комиссии (ЕЭК) принял решение об обнулении таможенных пошлин на электромобили на территории таможенного союза. В результате этих мер ставка ввозной таможенной пошлины для электромобилей была снижена с 19 % от таможенной стоимости до нуля. Действовать эта льгота будет до конца 2015 г. Однако данная мера коснулась, только электромобилей, автомобили с КЭУ под данную меру не подпадают. При этом не стоит забывать, что в России владелец гибридного автомобиля платит суммарный транспортный налог, при расчете которого складывается мощность двигателя внутреннего сгорания с мощностью электродвигателя.

В результате хотелось бы отметить, что существующих и разрабатываемых мер государственной поддержки явно не достаточно. Можно смело говорить, что на данный момент серийного производства гибридных автомобилей в России нет. Безусловно, сложившаяся ситуация не благоприятна для российского автопрома и открывает дорогу более сильным и развитым иностранным автопроизводителям. Но, несмотря на это, возможность побороться за рынок продаж гибридных автомобилей есть и у отечественных производителей. Данному факту могут способствовать такие меры государственной поддержки, как:

- стимулирование производства автомобилей с энергоэффективными двигателями за счет установления акцизного налога по критериям, учитывающим не только максимальную мощность двигателя, но его тип и нормативный расход топлива;
- стимулирование приобретения новых гибридных автомобилей частичным субсидированием их покупки со стороны государства;
- стимулирование текущей эксплуатации автомобилей с энергоэффективным двигателем дифференцированием ставок транспортного налога, учитывающего экономичность автомобиля и общее количество расходуемого им топлива;
- обнуление таможенных пошлин;
- разрешение двигаться АТС данного типа по полосам для общественного транспорта;
- бесплатная парковка для АТС данного типа.

И данная проблема требует скорейшего законодательного решения.

Библиографический список

1. **Эйдинов, А.А.** Электромобили и автомобили с КЭУ / А.А. Эйдинов, В.Ф. Каменев, Л.Ю. Лежнев // Автомобильная промышленность. 2002. № 11.
2. **Рожнова, О.В.** Экономические предпосылки создания автомобилей с гибридной силовой установкой в России / О.В. Рожнова, К.Е. Карпухин, Е.С. Фролова // Изв. МГТУ (МАМИ). 2009. Т. 1. № 1. С. 228–230.
3. **Бахмутов, С.В.** «Чистые» автомобили: направления реализации и достигаемые результаты / С.В. Бахмутов, К.Е. Карпухин // Журнал автомобильных инженеров. 2012. № 6 (77).
4. **Карпухин, К.Е.** Топливная экономичность и экологичность – направление в современном автомобилестроении // Тезисы 71-й научно-методич. и научно-исследоват. конф. МАДИ (ГТУ). – М., 2012.
5. **Кузьмина, В.** Вопросы законодательного обеспечения стимулирования использования экологически чистого транспорта // Автомобильный транспорт. 2014. № 2.
6. **Козлов, А.В.** Современные требования к уровню энергетической эффективности транспортных средств / А.В. Козлов, А.С. Теренченко // Журнал автомобильных инженеров. 2014. № 1 (84).

*Дата поступления
в редакцию 02.10.2014*

A. Terenchenko, K.Karpukhin

**ENERGY EFFICIENCY AS A WAY OF IMPROVING THE ENVIRONMENTAL
SAFETY OF VEHICLES**

State scientific center NAMI

The paper considers the establishment of an environmentally clean and energy efficient vehicles in Russia and the world. Analyzed international experience to stimulate market development of vehicles with hybrid and electric vehicles. Shows the cause not the high popularity of vehicles with hybrid power plant in Russia and the ways of solving this problem. Shows the FSUE "NAMI" in the field of energy-efficient transport.

Key words: vehicle, car, hybrid vehicle, electric vehicle, fuel efficiency, environmental friendliness, energy efficiency, market.