

УДК 338.47

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ И АВТОМОБИЛЕЙ НА БЕНЗИНОВОМ И ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЯХ

**А.С. ПОДЛОЗНЫЙ, А.В. ЛАВРЕНТЬЕВ**  
(Представлено: **Е.С. ЖДАНОВА**)

*Для определения эффективности использования электромобилей проведен сравнительный анализ схожих по техническим параметрам автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, работающими на дизельном и бензиновом топливах, с электромобилем. В качестве экономических параметров для сравнения использовались: стоимость автомобилей, затраты на топливо и техническое обслуживание за год. Предложены мероприятия по обеспечению большей привлекательности электромобилей для населения Республики Беларусь.*

Электромобили давно уже не называют автомобилями «будущего», популярность электромобили набирают не только на фоне роста цен на нефть, но и за счет всемирной обеспокоенности экологическими вопросами. Ранее тема загрязнения воздуха в крупных городах мира была совсем не актуальна, именно поэтому машины на электродвигателях и не получили большого распространения.

Если производить сравнение общей эффективности электромобилей с двигателем внутреннего сгорания (далее ДВС), включая производство и передачу энергии, то эффективность окажется одинаковой (рис. 1).

С точки зрения экологии выгода от использования электротранспорта очевидна для крупных городов, но в целом по стране она может быть незначительной или отсутствовать вовсе. Суммарный экологический эффект будет зависеть не только от технических характеристик электромобилей, но и от структуры производства электроэнергии по видам генерации (тепловая, атомная, возобновляемые источники энергии) и по видам топлива. Например, при различных сочетаниях указанных параметров использование электромобилей вместо ДВС-автомобилей может приводить как к снижению, так и к росту суммарного объема выбросов парниковых газов в масштабе страны. Для увеличения экологического эффекта от электроавтомобилей необходимо усовершенствовать методы получения электроэнергии от традиционных источников энергии, либо использовать возобновляемые источники энергии.

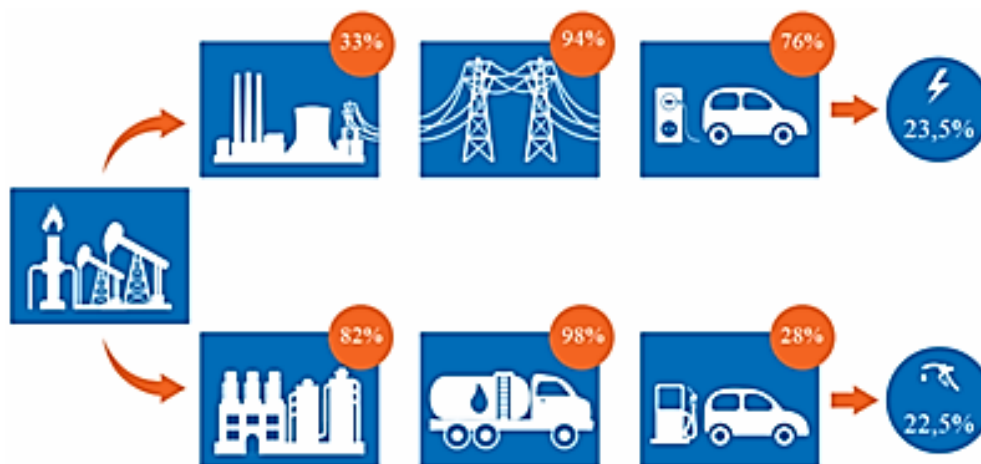


Рис. 1. Сравнение общей эффективности электромобилей с двигателем внутреннего сгорания

В то же время одной из самых больших преград на пути массового развития электромобилей является его цена. По сравнению с бензиновыми аналогами автомобиль на электродвигателе стоит в 1,5–2 раза больше. Стоимость электромобилей значительно выше из-за большой стоимости аккумуляторных батарей. На сегодняшний день это 50% стоимости всего электромобиля. Однако это не является большой

преградой для развития, поскольку технология создания батарей совершенствуется, удешевляя их производство на 20–30% в год.

Первый и самый существенный недостаток электромобилей – ограниченная автономность хода (запас хода на одном цикле батареи). Электромобили идеально подходят для поездок в пределах города, когда пробег не более 100 км. При длительных поездках возникает необходимость подзарядки в пути, что и является основной проблемой. Использование электромобилей невозможно без развитой инфраструктуры электрозаправок, которых в нашей стране всего несколько. Если же использовать электромобиль в городе и заряжать его от обычной домашней сети с напряжением 110–120 В, то для полной зарядки потребуется от 12–15 ч. После установки дополнительного оборудования (на сумму 1000–1500 долл.) время зарядки может сократиться до 5 ч. Существуют устройства быстрой DC зарядки (с напряжением 380 В и выше). Они могут сократить время зарядки до часа, но и это совсем не эффективно, так как чтобы заправить автомобиль с ДВС, требуется всего 5 мин. Компания Tesla Motors обещает быструю (90 с) замену «пустых» батарей на «полные», но это воспринимается как что-то фантастическое.

Для того, чтобы понять, выгодно ли в нашей стране эксплуатировать электромобиль, необходимо просчитать затраты на покупку и эксплуатацию электромобиля и автомобиля с ДВС.






В расчете будем сравнивать автомобили, схожие по техническим параметрам (размеры, мощность, комплектация). Сравним массовые и доступные модели автомобилей без излишеств, выполняющие свою основную функцию – перевозку пассажиров и багажа с разумной скоростью, умеренным расходом топлива и достаточной степенью комфорта. В расчетах не будем учитывать экологическую составляющую и ожидаемый эффект для экологии.

Для сравнения возьмем 2 типа автомобилей: электромобиль Nissan LEAF сравним с автомобилем с дизельным ДВС Citroen C4, а электромобиль Mitsubishi i-MIEV с автомобилем с бензиновым ДВС Peugeot 208. Технические показатели представлены в таблице 1.

К затратам на эксплуатацию для электромобилей отнесем затраты на ежегодное обслуживание, а также затраты на полную замену батарей после 6 лет использования (для одного года найдем разделив стоимость батарей на период использования с учетом ежегодного уменьшения стоимости батарей). Для автомобилей с ДВС – затраты на ежегодное обслуживание (замена фильтров, технических жидкостей), а затраты на «большую поломку» со значительной стоимостью ремонта.

Таблица 1

Стоимость и технические характеристики сравниваемых автомобилей

	Модель Мощность Год выпуска	Стоимость автомобиля, долл.	Запас хода на одном цикле батареи/одном топливном баке, км	Затраты на техническое обслуживание, 1 год / 15 тыс. км. *
	Nissan LEAF 110 л.с. 2013	47 000	175	200
	Citroen C4 1.6 HDI 110 л.с. 2013	30 000	850	900
	Mitsubishi i-MIEV 67 л.с. 2014	34 000	150	175
	Peugeot 208 1.0 VTI 67 л.с. 2014	17 000	900	700



Расход топлива для Citroen C4 – 7,5 л/100км, для Peugeot 208 – 5,5 л/100км. Указанные цифры расхода топлива получены на данных машинах при спокойной манере езды и соотношении пробега город / трасса примерно 70/30. У разных владельцев, в зависимости от манеры езды, технического состояния машин, места жительства (загруженность дорог), качества топлива и т.д., показатели топливной эконо-

мичности могут отклоняться, – как в меньшую, так и в большую сторону. Средний годовой пробег всех автомобилей, согласно статистике, оценим в 15 000 км. В него входят: ежедневные поездки по городу, периодические загородные поездки и 1-2 путешествия с семьей в течение года. Цены и технические характеристики автомобилей взяты с официальных сайтов производителей.

Просуммировав затраты на покупку автомобиля, затраты на топливо и техническое обслуживание автомобиля, получаем следующие результаты для сравнения электромобиля Nissan LEAF с автомобилем с дизельным ДВС Citroen C4 (табл. 2).

Таблица 2

Затраты на покупку и эксплуатацию электромобиля Nissan Leaf и автомобиля с дизельным ДВС Citroen C4

ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ, ЛЕТ	1	5	10	11	12	13	14	15
	47 700 \$	50 502 \$	54 005 \$	54 705 \$	55 406 \$	56 106 \$	56 807 \$	57 507 \$
	32 150 \$	40 751 \$	51 502 \$	53 653 \$	55 803 \$	57 953 \$	60 103 \$	62 254 \$

В первом варианте самая высокая стоимость владения у электромобиля Nissan Leaf и только на двенадцатый год эксплуатации (или после 180 000 км) совокупность всех расходов, включая стоимость самой машины, у него будет ниже, чем у дизельного Citroen C4.



Результаты расчета суммарных затрат на покупку и эксплуатацию электромобиля Mitsubishi i-MiEV в сравнении с автомобилем с бензиновым ДВС Peugeot 208 представлены в таблице 3.

Во втором варианте, сравнивая автомобили «В» класса с малыми объемами двигателя, только на 22 год (или 330000 км) совокупность расходов у электромобиля Mitsubishi i-MiEV превысит расходы бензинового Peugeot 208. Конечно, любая попытка расчетов и прогнозирования достаточно субъективна. Время обязательно скорректирует расчеты и возможно в пользу использования электромобилей.

Таким образом, даже если не брать во внимание небольшой пробег электромобиля от одной зарядки, то при существующих ценах на электромобили их эксплуатация попросту невыгодна до тех пор, пока цены на топливо и эксплуатацию автомобилей с ДВС не поднимутся до запредельного уровня.

Таблица 3

Затраты на покупку и эксплуатацию электромобиля Mitsubishi i-MiEV и автомобиля с бензиновым ДВС Peugeot 208

ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ, ЛЕТ	1	5	10	15	20	21	22	23
	34 546 \$	36 731 \$	39 462 \$	42 194 \$	44 925 \$	45 471 \$	46 017 \$	46 564 \$
	18 355 \$	23 777 \$	30 553 \$	37 330 \$	44 107 \$	45 462 \$	46 817 \$	48 173 \$

Решением проблемы может стать использование мирового опыта. В Европе и Америке государство дотирует покупку электромобилей и предоставляет их владельцам множество преференций – от бесплатной парковки и въезда в исторические центры городов, закрытых для другого транспорта, до налоговых льгот. Такие меры приносят результат, так как каждый год в Европе и США в среднем на 3% увеличивается доля электромобилей.

Мировое развитие электромобилей возможно только с уменьшением их стоимости. Тут работает основной экономический закон: спрос рождает предложение, так и здесь. Ужесточение экологических норм вызвало бы резкий всплеск спроса на электромобили, что привело бы к совершенствованию и удешевлению процесса производства и снижению стоимости электромашин для конечного потребителя. Появился бы рынок поддержанных электромобилей, что существенно повлияло бы на их популяризацию, сделав доступными для всех.

Появление электромобилей в нашей стране является лишь стремлением быть первооткрывателем. Сказать, что в ближайшие 10 лет в республике резко возрастет количество электромобилей, наверное, нельзя. Для этого необходимо решить ряд вопросов, связанных с обустройством инфраструктуры, и вводом в силу законов в разделе экологии. Но экологические вопросы в стране на данный момент на втором плане.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт компании Nissan [Электронный ресурс] / Презентация электромобиля Nissan Leaf. – 2015. – Режим доступа: <http://www.nissanusa.com/electric-cars/leaf/?next=header.vehicles.postcard.vlp.image>. Дата доступа: 14.09.2015.
2. Официальный сайт компании Citroen [Электронный ресурс] / Citroën C4 Sedan. Описание модели. – 2015. – Режим доступа: <http://citroen.by/page.php?id=275>. Дата доступа: 14.09.2015.
3. Официальный сайт компании Mitsubishi Motors [Электронный ресурс] / Инновационный MITSUBISHI i-MiEV.– 2015. – Режим доступа: <http://www.mitsubishi-motors.ru/auto/imiev/> : Дата доступа: 14.09.2015
4. Официальный сайт компании Peugeot [Электронный ресурс] / Новый peugeot 208. Настоящая революция. – 2015. – Режим доступа: <http://peugeot.by/page.php?id=35> : Дата доступа: 14.09.2015.
5. Сайт компании Беларуснефть [Электронный ресурс] / Изменение цен на топливо.– 2015. – Режим доступа: <http://www.belorusneft.by/sitebeloil/ru/center/azs/center/fuelandService/price>: Дата доступа: 12.12.2014.

УДК 338.47

#### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

**А.С. ПОДЛОЗНЫЙ, А.В. ЛАВРЕНТЬЕВ**  
(Представлено: Е.С. ЖДАНОВА)

*Рассмотрен вопрос экологичности эксплуатации электромобилей. Для этого проведено сравнение автомобиля с двигателем внутреннего сгорания с электромобилем со схожими техническими параметрами. Рассчитаны энергозатраты на перемещение автомобилей по городу и автомагистрали, а также учитываются энергозатраты на производство топлива и электроэнергии.*

Максимальный коэффициент полезного действия (КПД) современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) находится в диапазоне 30–45%. Электрический КПД энергетических установок на ТЭЦ и КЭС составляет примерно 25–40% – именно столько в теории дойдет до розетки потребителя. Однако даже в этом случае эксплуатация электромобилей может оказаться экологически выгодной. Но для этого нужно увидеть всю картину целиком.

Следует начать со структуры энергетического комплекса страны. Основная часть электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях, где основным топливом служит газ или уголь. А оставшаяся часть – на ГЭС и в рамках использования возобновляемых источников энергии, что можно условно считать экологически чистым. И если электромобиль эксплуатируется в регионе с подобной «экологичной энергетикой», то можно считать цель достигнутой.

В противном случае нужно учесть много различных нюансов. Для этого рассчитаем общие энергозатраты на передвижение автомобиля с ДВС и электромобиля.

Для начала посчитаем, сколько энергии надо потратить на то, чтобы некий автомобиль с бензиновым двигателем преодолел определенный участок пути. Свой расчет ограничим моментом поступления сырой нефти на нефтеперерабатывающий завод, а все дальнейшие энергозатраты будем округлять и давать им приблизительную оценку. Таким образом, откинем в сторону энергозатраты на добычу, первичную очистку и транспортировку энергоресурсов. В отношении дальнейших аналогичных расчетов для ТЭЦ и ГРЭС будем считать, что добыча и транспортировка газа и угля (как некая средняя величина) примерно эквивалентна таковой для нефти. Разумеется, это некоторые условности, которые позволят упростить подсчеты.

Итак, в качестве примера возьмем энергозатраты на перемещение автомобиля класса В+ с автоматической коробкой передач в городе и на автомагистрали со скоростью 120 км/ч. Пусть это будет новый Honda Civic с двигателем 1,8 л и гидромеханическим автоматом. В первом случае расход топлива возьмем из тестового цикла ARDC, который имитирует городскую езду. В результате получился расход в