

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 629.341

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2020.89.0.105

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЗАТРАТ АВТОМОБИЛЕЙ
С РАЗНЫМИ СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИБажинов А. В.¹, Ткачев О. Ю.¹¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Проведен сравнительный анализ энергозатрат автомобилей с разными силовыми установками, таких как Toyota Corolla с традиционным бензиновым двигателем, гибридного автомобиля Toyota Prius и электромобиля Nissan Leaf. Рассмотрены основные преимущества и недостатки сравниваемых транспортных средств.

Ключевые слова: расход топлива, гибридный автомобиль, топливная экономичность, электромобиль, двигатель внутреннего сгорания, транспорт.

Введение

На сегодняшний день в Украине загрязнение воздуха вредными выбросами автомобилей стало одной из глобальных экологических проблем.

Существенные недостатки традиционного автомобиля с двигателем внутреннего сгорания, а именно выбросы отработанных газов, уменьшение запасов нефти и газа, постоянное удорожание автомобильного топлива, заставляет производителей транспортных средств вести активные поиски альтернативных экологически чистых источников энергии [1].

Ведущие мировые производители автомобилей проводят научно-исследовательские работы по разработке и усовершенствованию гибридных силовых установок, так как спрос на экономичные и экологичные гибридные автомобили постоянно растет. Использование на транспортном средстве гибридной силовой установки имеет давнюю историю. В 1900 году в Париже показали прототип гибридного автомобиля знаменитого конструктора Фердинанда Порше с электромоторами, установленными в ступицах колес. Мощность каждого электромотора составляла около 2,5 л.с. при 120 об/мин, рабочее напряжение 90 В. Максимальная скорость образца до 50 км/ч. Недостатками данного автомобиля были тяжелая и дорогая конструкция. Это не остановило процесс поиска, создания и усовершенствования гибридного автомобиля. Масштабные программы разработки гибридных автомобилей, поддержанные крупными мировыми производителями автомобилей, появились в 90-х годах XX века. Первыми выставочными моделями стали Honda Insight и Toyota Prius.

В сентябре 1995 года на международной автомобильной выставке в Франкфурте впервые демонстрировался концепт-кар Toyota Prius – переднеприводный автомобиль, который оснащен стартер-генератором и бесступенчатым вариатором. В 1997 году корпорация «Toyota Motor Corporation» выпустила первый серийный автомобиль Toyota Prius с гибридной силовой установкой [2].

Для улучшения сложившейся топливно-энергетической и экологической ситуации на сегодня одним из наиболее эффективных средств является использование на дорогах автомобилей с гибридной силовой установкой и электромобилей.

Однако в Украине автопроизводители недостаточно уделяют внимание разработке гибридных автомобилей, несмотря на заинтересованность отечественных потребителей.

Анализ публикаций

На сегодня уделяется особое внимание проблемам создания эффективных и экологически чистых транспортных средств [3, 4].

Украинские исследователи предлагают решить данную проблему за счет создания электрических транспортных средств: электромобилей, гибридных электромобилей, гибридных транспортных средств.

Современные исследования в автомобилестроении [5–7] показывают, что на сегодняшний день остается недостаточно изученной проблема сравнения энергозатрат электромобилей, гибридных автомобилей и транспортных средств с обычным ДВС, а также разработка методик определения расхода энергоносителей электрических и гибридных автомобилей в процессе эксплуатации.

Цель и постановка задачи

Целью работы является определение наиболее эффективного транспортного средства путем проведение сравнительного анализа энергетических показателей автомобилей с разными силовыми установками.

Для достижения поставленной цели необходимо решить такие задачи:

- рассмотреть показатели энергетических затрат автомобилей с разными силовыми установками и сравнить их;
- раскрыть основные преимущества и недостатки автомобилей с разным типом привода.

Характеристики автомобилей с разными силовыми установками

Главными недостатками современного автомобиля с бензиновым двигателем являются высокие показатели расхода топлива при равномерном движении в достаточно широком диапазоне рабочих скоростей.

Также при движении в режиме городского цикла, представляющего собой постоянные чередования фаз разгона, равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателем, эти же показатели существенно ухудшаются. Среди причин этого можно выделить:

- недостаточное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной в условиях города скорости, вследствие чего двигатель работает с повышенными удельными расходами;
- постоянные затраты энергии на накопление автомобилем кинетической энергии, которая затем через короткий промежуток времени преобразуется в тепло и безвозвратно теряется в фазе замедления автомобиля;
- бесполезная затрата энергии при работе двигателя в режиме холостого хода в момент остановки и при движении в режиме городского цикла.

Гибридный автомобиль – это транспортное средство, использующее для привода ведущих колес более одного источника энергии. В современном гибридном автомобиле присутствуют три составляющие: двигатель внутреннего сгорания, электромотор, аккумуляторная батарея. Главным в этой связке выступает либо двигатель внутреннего сгорания, либо электромотор, либо оба одновременно. Управляет обоими моторами бортовой компьютер. Передача энергии от первичного двигателя на ведущий вал колёс реализуется по одной из нескольких схем:

последовательная, параллельная или смешанная.

Таким образом, существующие гибридные автомобили на сегодняшний день можно разделить на три группы.

Первая группа – последовательные гибриды. В данных автомобилях двигатель внутреннего сгорания питает энергией только генератор и не имеет механической связи с ведущими колесами. Генератор в свою очередь производит электрическую энергию для тягового электродвигателя, либо дополнительно заряжает тяговую аккумуляторную батарею. При нехватке энергии генератора для обеспечения необходимого режима работы автомобиля электродвигатель получает дополнительную энергию из батарей, а при ее избытке – отдает её в накопитель. Такая схема позволяет на ограниченном пути двигаться с выключенным ДВС в режиме электромобиля. Ко второй группе относятся параллельные гибриды. В таких автомобилях ДВС через механическую трансмиссию отдает энергию ведущим колесам и через систему отбора мощности может при избытке энергии, используя электромотор-генератор, питать аккумуляторную батарею. При дефиците энергии таким же образом автомобиль может получить дополнительную энергию из накопителя через элементы трансмиссии. При этой схеме возможно на ограниченном участке пути движение с неработающим ДВС. Третья группа гибридных автомобилей – последовательно-параллельная схема (сплит). Ее можно считать соединением последовательной и параллельной схем. В ней двигатель внутреннего сгорания (ДВС), генератор и электродвигатель связаны друг с другом и с ведущими колесами автомобиля с помощью механического устройства, представляющим из себя планетарную передачу. Такое техническое решение позволяет объединить преимущества и реализовать режимы работы гибридной силовой установки как у двух других схем, описанных выше [2].

Основными преимуществами современных гибридных автомобилей являются:

- снижение расхода топлива – автомобиль не потребляет топливо в пробках и при прогреве;
- увеличение моторесурса бензинового агрегата – система управления распределяет нагрузку в зависимости от скорости и режима движения, за счет этого ресурс ДВС увеличивается;

– снижение вредных выбросов – гибридный автомобиль во время работы на холостом ходу, стоя в пробках и во время прогрева работает полностью на электротяге, при этом выброс вредных веществ в окружающую среду равен нулю.

Электромобиль – автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов, конденсаторов) [8].

К достоинствам электромобилей можно отнести:

– эффективность. В среднем электромобиль преобразует в механическую энергию около 60 % электрической, а автомобиль с традиционным бензиновым двигателем использует топливо с эффективностью в 15–20 %;

– низкий расход энергии. Электромобиль, использующий энергию топливной электростанции, расходует только две трети энергии бензинового автомобиля, проезжающего такое же расстояние;

– экономичность. Стоимость энергии, затраченной при движении электромобилем, значительно меньше, чем стоимость энергии потребляемой автомобилем с традиционным бензиновым двигателем, на то же расстояние;

– бесшумность работы двигателя. Электрические моторы практически бесшумны;

– минимальный износ комплектующих. Двигатель электромобиля запускается с помощью аккумуляторных батарей и не требует механического воздействия. Происходит минимальный износ электромотора во время эксплуатации. Кроме этого, в электромоторе отсутствует огромное количество деталей, присущих двигателю внутреннего сгорания;

– упрощенное обслуживание. При обслуживании электромобилей отсутствует огромное количество запчастей и дополнительных устройств для работы системы в целом. Однако на сегодня существует ряд значительных недостатков электромобилей в их использовании.

К сожалению, они не позволяют совершать поездки на длительные расстояния и предназначены в основном для передвижения в пределах одного города. Время полного заряда электромобиля зависит от типа зарядной станции. Отсутствие квалифицированного сервисного обслуживания электромобилей, специализированного персонала,

труднодоступность запчастей, высокая стоимость электромобилей (АКБ) сдерживают покупателей в приобретении данного типа автомобилей.

В данной работе представлено сравнение энергетических характеристик автомобилей с разными силовыми установками, таких как Toyota Corolla с традиционным бензиновым двигателем, гибрид Toyota Prius и электромобиль Nissan Leaf.

Toyota Corolla имеет 1,6-литровый 1ZR-FE бензиновый двигатель, мощностью 122 л.с. (90 кВт). Крутящий момент – 153 Н·м. Максимальная скорость автомобиля – 185 км/ч. Время разгона с места до 100 км/ч – 10,8 с. Объем бака – 50 л. Масса автомобиля 1405 кг. Расход бензина в городском цикле – 8,2 л/100 км, за городом – 5,3 л/100 км, в смешанном цикле – 6,3 л/100 км.

Toyota Prius имеет рядный 4-цилиндровый бензиновый двигатель объемом 1,8 л, мощностью 99 л.с (73 кВт) и крутящим моментом 142 Н·м. Электрический двигатель мощностью 53 кВт, крутящий момент 163 Н·м и емкость батареи 1,3 кВт·ч. Максимальная скорость 180 км/ч, разгон до 100 км/ч осуществляется за 10,6 с. Объем топливного бака 43 л. Масса автомобиля 1375 кг. Расход топлива на 100 км: в городском цикле – 2,9 л, на трассе – 3,1 л, смешанный цикл – 3,0 л [9, 10].

Nissan Leaf производства 2019 года имеет электрический двигатель мощностью 150 л.с (110 кВт), крутящий момент 320 Н·м и емкость батареи 40 кВт·ч. Запас хода на электротяге 320 км. Масса автомобиля 1520 кг. Расход электроэнергии на 100 км: в городском цикле – 21 кВт·ч, на трассе – 26,5 кВт·ч, смешанный цикл – 23 кВт·ч [11].

Рассмотрим городской цикл эксплуатации для данных автомобилей.

Бензиновый автомобиль Toyota Corolla в городском цикле имеет расход 8,2 л бензина – это 90 кВт·ч энергии на 100 км пути (1 л бензина это 11 кВт·ч энергии), т.е. расход энергии на 1 км пути – 900 Вт·ч.

Расход гибридного автомобиля Toyota Prius в городском цикле – 2,9 л бензина – это 31,9 кВт·ч энергии на 100 км пути, т.е. расход энергии на 1 км пути – 319 Вт·ч [12].

Электромобиль Nissan Leaf, согласно данных производителя, в городском цикле имеет расход 21 кВт·ч энергии на 100 км пути, т.е. расход энергии на 1 км пути – 210 Вт·ч (рис. 1).

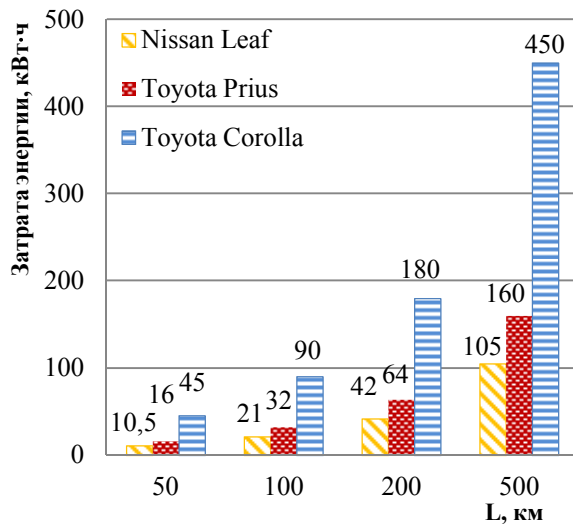


Рис. 1. Затраты энергии автомобилей с разными силовыми установками в зависимости от пройденного пути, кВт·ч

График на рис. 1 показывает, что автомобиль Toyota Corolla с традиционным бензиновым двигателем имеет наибольший расход энергии на протяжении всего пути (500 км) – 450 кВт·ч.

Наименьшие затраты энергии на протяжении всего пути имеет электромобиль Nissan Leaf – 105 кВт·ч. Электромобиль является наиболее эффективным с точки зрения расхода энергии, но при использовании данного автомобиля на большие расстояния снижается его средняя эксплуатационная скорость из-за простоя на зарядных станциях, это от 30 мин (Supercharger) до 5–6 ч (обычные зарядные станции).

Гибридный автомобиль Toyota Prius имеет расход энергии на протяжении всего пути – 160 кВт·ч. Таким образом, данный гибрид имеет явное преимущество среди приведенных автомобилей при использовании его на длительные расстояния.

Сравним запас хода автомобилей с разными силовыми установками на одной заправке (зарядке) в зависимости от времени (рис. 2).

Согласно графика на рис. 2, автомобили при движении с постоянной скоростью в 60 км/ч на одной заправке (зарядке), преодолевают расстояние в 300 км за одинаковое время – 5 ч. При этом электромобиль имеет полный разряд батареи. Автомобиль с традиционным ДВС имеет запас хода 900 км, а гибридный автомобиль – 1300 км.

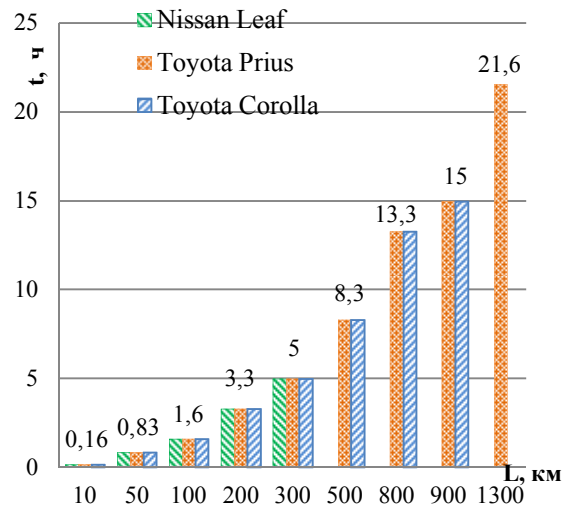


Рис. 2. График зависимости пройденного пути автомобилей от времени при постоянной скорости 60 км/ч

Этот график наглядно показывает преимущество гибридного автомобиля при езде на длительные расстояния, который имеет наибольший запас хода в 1300 км на одной заправке и преодолевает этот путь за 21,6 ч.

Выводы

Проведенный анализ научных публикаций говорит, что перспективным на сегодня направлением развития автомобильного транспорта является использование экологически чистого автомобиля. Наиболее конкурентоспособным и эффективным решением на сегодняшнее время является использование автомобиля с гибридной силовой установкой и электромобиля.

В данной статье определено наиболее эффективное транспортное средство путем проведения сравнительного анализа энергетических показателей автомобилей с разными силовыми установками.

Наиболее эффективным с точки зрения расхода энергии является электромобиль Nissan Leaf – 105 кВт·ч, но при использовании данного автомобиля на большие расстояния снижается его средняя эксплуатационная скорость из-за простоя на зарядных станциях.

Автомобиль Toyota Corolla с традиционным бензиновым двигателем имеет наибольший расход энергии на протяжении всего пути – 450 кВт·ч.

Гибридный автомобиль Toyota Prius имеет явное преимущество среди приведенных автомобилей при использовании его на дли-

тельные расстояния расход энергии на 500 км пути – 160 кВт·ч, также он имеет наибольший запас хода в 1300 км на одной заправке и преодолевает этот путь за 21,6 ч.

Литература

1. Смирнов А.П., Борисенко А.А. Моделирование затрат энергоносителей гибридными транспортными средствами в зависимости от условий эксплуатации. *Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание*. 2017. № 11. С. 20–23. URL: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/A_E17_1/1.3.pdf (дата обращения: 12.11.2019).
2. Бажинов О.В., Смирнов С.А., Сериков О.В. та ін. Гібридні автомобілі. Харків. 2008. 327 с.
3. Ning D., Prasad K., Lie T. The electric vehicle: a review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 2017. Vol. 9 (1). С. 49–66. URL: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=82816> (дата обращения: 15.11.2019).
4. Travis F., Ryan J., Evan G., Joshua C., Hwan-Sik Y. Effect of an electric vehicle mode in a plug-in hybrid electric vehicle with a post-transmission electric motor. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 2016. Vol. 8 (4). С. 289–301. URL: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEHV.2016.080728> (дата обращения: 09.11.2019).
5. Wager G., Whale J., Braunl N. Battery cell balance of electric vehicles under fast-DC charging. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 2016. Vol. 8 (4). С. 351–361. URL: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=80732>
6. Qiping C., Chuanjie L., Aiguo O., Xiangqin L., Qiang X. Research and development of in-wheel motor driving technology for electric vehicles. *International Journal Electric and Hybrid Vehicles*. 2016. Vol. 8 (3). URL: https://www.researchgate.net/publication/309519040_Research_and_development_of_in_wheel_motor_driving_technology_for_electric_vehicles (дата обращения: 20.10.2019).
7. Wager G., Whale J., Braunl N. Battery cell balance of electric vehicles under fast-DC charging. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 2016. Vol. 8 (4). С. 351–361. URL: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEHV.2016.080732> (дата обращения: 16.10.2019).
8. Lambros K., Panos D., Pantelis K. Total cost of ownership and externalities of conventional, hybrid and electric vehicle. *Transportation Research Procedia*. 2017. Vol. 2 (4). С. 267–274. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517304003> (дата обращения: 18.11.2019).

9. Smirnov O.P., Veselaya M.A., Bazhinova T.A. Substantiation of Rational Technical & Economic Parameters of Hybrid Car. *Automation, Software Development & Engineering Journal*. 2016. Vol. 1. URL: <http://asdej.xyz/wpcontent/plugins/pdfviewer/stable/web/viewer.html?file=http://asdej.xyz/Files/ID20161031.pdf> (дата обращения: 20.11.2019).
10. HEVCars. URL: <https://hevCars.com.ua/toyota/prius-hybrid-2016> (дата обращения 23.10.2019).
11. Choosenissan. Nissan Leaf Europe. URL: https://www.choosenissan.com/leaf/?next=cn.dsp.featuredoffers.dropdownlist_leaf.vsp_featuredoffers#specs (дата обращения: 28.09.2019).
12. Бажинов А.В., Ткачев О.Ю. Энергетические характеристики гибридных автомобилей. *Материалы XII Международной научно-практической конференции «Современные технологии и перспективы развития автомобильного транспорта», 21–23 октября 2019. Сборник научных трудов*. Винница. 2019. С. 9–11.

References

1. Bazhinov A.V., Smirnov A.P., Serikov S. i dr. (2008). Gibridnyye avtomobili [Hybrid cars]. Pidrychnyk. [in Ukraine].
2. Smirnov A.P., Borisenko A.A. (2017). Modelirovaniye zatrat energonositeley gibridnymi transportnymi sredstvami v zavisimosti ot usloviy ekspluatatsii [Modeling of energy costs by hybrid vehicles depending on operating conditions]. *Avtomobil' i elektronika. Sovremennyye tekhnologii: elektronnoye nauchnoye spetsializirovannoye izdaniye*. 11. 20–23. Retrieved from: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/A_E17_1/1.3.pdf (accessed: 12.11.2019).
3. Ning D., Prasad K., Lie T. (2017). The electric vehicle: a review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 9 (1). 49–66. Retrieved from: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=82816> (accessed: 15.11.2019).
4. Travis F., Ryan J., Evan G., Joshua C. Hwan-Sik Y. (2016). Effect of an electric vehicle mode in a plug-in hybrid electric vehicle with a post-transmission electric motor. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 8 (4). 289–301. Retrieved from: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEHV.2016.080728> (accessed: 09.11.2019).
5. Wager G., Whale J., Braunl N. (2016). Battery cell balance of electric vehicles under fast-DC charging. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 8 (4). 351–361. Retrieved from: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=80732>.
6. Qiping C., Chuanjie L., Aiguo O., Xiangqin L., Qiang X. (2016). Research and development of in-wheel motor driving technology for electric vehicles. *International Journal of Electric and*

- Hybrid Vehicles*. 8 (3). Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/309519040_Research_and_development_of_in_wheel_motor_driving_technology_for_electric_vehicles (accessed: 20.10.2019).
7. Wager G., Whale J., Braunl N. (2016). Battery cell balance of electric vehicles under fast-DC charging. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*. 8 (4). 351–361. Retrieved from: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEHV.2016.080732> (accessed: 16.10.2019).
 8. Lambros K., Panos D., Pantelis K. (2017). Total cost of ownership and externalities of conventional, hybrid and electric vehicle. *Transportation Research Procedia*. 2 (4). 267–274. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517304003> (accessed: 18.11.2019).
 9. Smirnov O.P., Veselaya M.A., Bazhinova T.A. (2016). Substantiation of Rational Technical & Economic Parameters of Hybrid Car. *Automation, Software Development & Engineering Journal*. 1.1. Retrieved from: <http://asdej.xyz/wpcontent/plugins/pdfviewer/stable/web/viewer.html?file=http://asdej.xyz/Files/ID20161031.pdf> (accessed: 20.11.2019).
 10. HEVCars. Retrieved from: <https://hevcars.com.ua/toyota/prius-hybrid-2016> (accessed: 23.10.2019).
 11. Chosenissan. Nissan Leaf Europe. Retrieved from: https://www.chosenissan.com/leaf/?next=cn.dsp.featuredoffers.dropdownlist_leaf.vsp_featuredoffers#specs (accessed: 28.09.2019).
 12. Bazhynov A.V., Tkachev O.Yu. (2019). Energeticheskiye kharakteristiki gibridnykh avtomobiley [Energy characteristics of hybrid cars]. *Sbornik nauchnykh trudov*. 9–11. [in Russian].

Бажинів Олександр Васильович¹, д.т.н., проф., каф. автомобільної електроніки, тел. +38099-658-51-01, alexey.bazhinov@gmail.com

Ткачев Олег Юрійович¹, аспірант, каф. автомобільної електроніки, тел. +38 099-187-78-29, tkachov-oleg@ukr.net

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, г. Харків, ул. Ярослава Мудрого, 25

Comparative analysis of the energy consumption of cars with different power plants

Abstract. A comparative analysis of the energy costs of cars with different power plants is carried out. The main advantages and disadvantages of comparable vehicles are considered. **Problem.** To date, economic and social problems remain global in Ukraine. Air pollution by harmful substances is a very serious concern not only for environmentalists, but for the whole of humanity. The significant drawbacks of a conventional internal combustion engine, namely, exhaust emissions, reduced oil and gas reserves, the constant rise in the cost of motor fuel, are

forcing vehicle manufacturers to actively pursue alternative clean energy sources. **Goal.** The purpose of this work is to perform a comparative analysis of the energy performance of cars with different power units. To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks: to consider the energy consumption figures of cars with different power units and compare them; to reveal the main advantages and disadvantages of cars with different drive type. **Results.** The analysis of publications shows that the use of environmentally friendly car is a modern and promising direction for the development of road transport. The most competitive and effective circuit solution for the construction of such a car today is the use of a hybrid power plant and electric drive. This article provides a comparative analysis of the energy performance of cars with different power units. According to the analysis, the most efficient in terms of energy consumption is the Nissan Leaf electric car – 105 kWh, but when using this car over long distances, it reduces its average operating speed due to downtime at charging stations. The Toyota Corolla, with its traditional gasoline engine, has the highest energy consumption rating of the entire journey – 450 kWh. The Toyota Prius hybrid car has a clear advantage over these cars when used over a long distance of 500 km of energy – 160 kWh, he also has the largest range of 1300 km at one gas station and overcomes this path in 21,6 hours.

Key words: fuel consumption, hybrid car, environmental safety, fuel economy, transport, electric car, internal combustion engine, transport, energy.

Bazhynov Alexey¹, professor, Doct. Of Science, Vehicle Electronics Department, tel. +38 099-658-51-01,

e-mail: alexey.bazhinov@gmail.com

Tkachov Oleg¹, Postgraduate student, Vehicle Electronics Department, tel. +38 099-187-78-29,

e-mail: tkachov-oleg@ukr.net

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

Порівняльний аналіз енерговитрат автомобілів з різними силовими установками

Анотація. Проведено порівняльний аналіз енерговитрат автомобілів з різними силовими установками. Розглянуто основні переваги та недоліки порівнюваних транспортних засобів. **Проблема.** На сьогоднішній день в Україні глобальними залишаються економічні та соціальні проблеми. Забруднення повітря шкідливими речовинами викликає дуже серйозну тривогу не тільки екологів, а й усього людства. Істотні недоліки традиційного автомобіля з двигуном внутрішнього згорання, а саме викиди відпрацьованих газів, зменшення запасів нафти і газу, постійне подорожчання автомобільного палива, змушує виробників транспортних засобів вести активні пошуки альтернативних екологічно чистих джерел енергії. **Мета.** Метою роботи є проведення

порівняльного аналізу енергетичних характеристик автомобілів з різними видами силових установок. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: розглянути показники енергетичних витрат автомобілів з різними видами силових установок і порівняти їх; розкрити основні переваги та недоліки автомобілів з різним типом приводу. **Висновки.** Проведений аналіз наукових публікацій показує, що сучасним і перспективним напрямом розвитку автомобільного транспорту є використання екологічно чистого автомобіля. Найбільш конкурентоспроможним і ефективним схемним рішенням побудови такого автомобіля на сьогодні є використання на ньому гібридної силової установки та електроприводу. У цій статті визначено найбільш ефективний транспортний засіб шляхом проведення порівняльного аналізу енергетичних показників автомобілів з різними силовими установками. Найбільш ефективним з точки зору витрат енергії є електромобіль Nissan Leaf – 105 кВт·ч, але за умови використання цього автомобіля на великі відстані знижується його середня експлуатаційна швидкість через простій на зарядних станціях. Автомобіль Toyota Corolla з традиційним бензиновим двигуном має

найбільший показник витрати енергії протягом усього шляху – 450 кВт·ч. Гібридний автомобіль Toyota Prius має явну перевагу серед наведених автомобілів у разі його використання на тривалій відстані, витрата енергії на 500 км шляху – 160 кВт·ч, також він має найбільший запас ходу в 1300 км на одній заправці й долає цей шлях за 21,6 год.

Ключові слова: витрата палива, гібридний автомобіль, екологічна безпека, паливна економичність, транспорт, електромобіль, двигун внутрішнього згоряння, транспорт, енергія.

Бажинов Олексій Васильович¹, д.т.н., проф. каф. автомобільної електроніки, тел. +38099-658-51-01, alexey.bazhinov@gmail.com

Ткачов Олег Юрійович¹, аспірант, каф. автомобільної електроніки, тел. +38 099-187-78-29, tkachov-oleg@ukr.net
¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.