

УДК 621.43

**ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ****Заренбин В.Г., Колесникова Т.Н., Сакно О.П., Мойся Д.Л.****MEANS OF ACHIEVEMENT THE ECONOMY OF FUEL OF CARS****Zarenbin V., Kolesnikova T., Sakno O., Moysya D.**

*В статье рассмотрены вопросы влияния автомобильного транспорта (АТ) на окружающую среду. Проанализированы перспективные направления создания экологически чистого автомобиля (гибридный автомобиль, электромобиль) и пути совершенствования поршневых ДВС. Представлена конструкция и принцип работы бесшатунного двигателя с кривошипно-кулисным механизмом (ККМ), где шток осуществляет исключительно прямолинейное движение, в связи с чем боковые нагрузки на поршень отсутствуют. Результат - реализация модульного отключения цилиндров и повышение топливной экономичности на 40%.*

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, кривошипно-кулисным механизмом, экологичность, топливная экономичность.

**Постановка задачи.** На сегодняшний день влияние автомобильного транспорта (АТ) на окружающую среду – одна из самых актуальных проблем современности. Необходимо изучить воздействия АТ и разработать меры, направленные на устранение негативных последствий.

Влияние АТ на окружающую среду выражается, в основном, в выбросах в атмосферу вредных веществ, образующиеся в процессе эксплуатации.

В качестве токсичных веществ, содержащихся в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и поступающих в атмосферу, являются: оксид углерода, углеводородные соединения, оксид азота, сажа, диоксиды серы и углерода и т.д. [1].

Вредные вещества, образующиеся в процессе эксплуатации АТ, приводят к негативным последствиям, таким как парниковый эффект, изменение экосистемы, образование кислотных дождей.

**Цель статьи.** Для уменьшения вредного воздействия токсичных веществ на окружающую среду необходимо разрабатывать мероприятия для решения проблемы.

**Основной текст.** Основной путь решения проблемы, связанный с эксплуатацией АТ, состоит в

следующем: сократить выбросы выхлопных газов, негативно влияющих на окружающую среду. Для сокращения выбросов токсичных веществ с отработавшими газами необходимо разработать принципиально новые типы автомобильного транспорта, использовать альтернативные источники энергии, усовершенствовать поршневые ДВС.

К новым типам АТ можно отнести электромобили, гибриды, аккумуляторные электромобили, автомобили на водороде и растительном топливе, автомобили на солнечных батареях, автомобили с пневмодвигателем.

Но каждый тип нового автомобиля имеет свои преимущества и недостатки.

Экологичный транспорт гибридного типа значительно снижает выбросы вредных веществ в атмосферу. Общее потребление топлива падает до 50% (для автомобилей, которые большей частью движутся в городском цикле). Но при дальних поездках по трассе преимущества гибридов незначительно.

Электромобили, которые питаются только от аккумулятора, признаются множествами экспертов как самое удобное и рациональное решение [2, 3]. Сегодня серийно выпускается широкий ряд моделей автомобилей [4]. Такие экологические виды транспорта решают сразу несколько проблем:

- отсутствие загрязнения от сгорания углеводородных компонентов топлива;
- отсутствие сгоревших компонентов смазочных материалов;
- отсутствие теплового загрязнения окружающей среды;
- уменьшение шумности.

В то же время электромобили обладают следующими недостатками:

- высокая токсичность элементов электрохимической батареи в случае её повреждения;
- высокая стоимость аккумуляторной батареи;

- влияние условий окружающей среды (температуры) на ёмкость батарей;
- большая масса автомобиля по причине массивности батарей;
- слаборазвитая инфраструктура зарядных станций;
- небольшой пробег от одного заряда аккумулятора;
- на несколько порядков большее время «заправки», чем у автомобилей с ДВС.

Развитие автомобилей на солнечных батареях замедлено: движение автомобиля может происходить только днем; аккумуляторы, способные обеспечить тягу вечером и ночью, утяжеляют инженерное решение, удорожают автомобиль, снижают общую динамику [5].

Перспективным направлением создания экологически чистого автомобиля это – возможность использования водорода в качестве топлива для ДВС в составе гибридных двигателей или автомобилей на топливных элементах, в котором вообще нет ДВС. В качестве источника энергии в нем будет использоваться водород, который безопасен и экологичен: единственным выбросом в атмосферу будет водяной пар [6].

Если рассматривать гибридный автомобиль, работающий на водороде, в котором водород при горении в среде чистого кислорода не выделяет никаких загрязняющих веществ, то этот автомобиль перспективен с точки зрения экологичности. Но в горючей форме водород при комнатной температуре и нормальном давлении представляет собой газ. Это вызывает трудности при его хранении, переноске и перевозке. Особенно сложная проблема – это конструирование безопасных баллонов или других резервуаров для автомобилей на водородном топливе [7, 8].

У автомобилей, работающих на топливных элементах главным преимуществом является то, что химическая энергия в них напрямую превращается в электрическую [9]. Причем это происходит без движущих элементов, а это значит – без потерь на трение и без шума, а также без выделения вредных веществ в атмосферу. Поэтому применение топливных элементов в автомобилях является очень перспективной технологией с точки зрения защиты окружающей среды и эффективного производства электроэнергии, хотя на сегодняшний день и сопряжено с определенными трудностями. К таким трудностям относятся следующие: высокая стоимость производства, в первую очередь из-за наличия деталей из платины. Кроме этого, увеличивают стоимость таких автомобилей баки для водорода, которые должны выдерживать высокое давление, а также вся система, в которой происходит химическая реакция, часто при высоких температурах. Трудности реализации сети заправочных станций для заправки автомобилей водородом.

Исходя из проведенного анализа перспективных экологически чистых автомобилей, можно сделать вывод, что электромобили имеют минусы – главные, это значительная цена, примерно вдвое превышающая стоимость автомобилей с ДВС аналогичного класса и слабо развитая инфраструктура. Двигатели на топливных элементах являются единственной приемлемой экологической энергией с огромным будущим. Однако самым большим препятствием для производителей автомобилей на водородном топливе является стоимость существующих технологий из-за наличия в составе топливных элементов платины в качестве катализатора. Если используются другие топливные элементы (например, на метане или пропане), то максимальный пробег автомобилей на топливных элементах и автомобилей на ископаемом топливе будет сравним. Максимальный пробег автомобиля на водородных топливных элементах меньше, чем пробег автомобиля на углеводородном топливе.

Подобные недостатки отсутствуют в поршневых ДВС. Электромобили – это будущее. Совершенствование поршневых ДВС может идти различными путями такими, как применение необычных способов организации рабочего процесса (форкамерно-факельное зажигание, расслоение заряда в камере сгорания, способы Миллера и Аткинсона и др.), применение на частичных режимах переменной степени сжатия и отключения части цилиндров. Параллельно идет поиск принципиально новых нетрадиционных конструкций, например, двигатели с переменной степенью сжатия – SAAB SVC (Швеция) [9], МСЭ-5 (Франция) [10]; двигатели с регулируемым ходом поршня – Scalzo [11], бесшатунного двигателя С. Баландина [12], с кривошипно-кулисным механизмом (ККМ) [13] и др. Каждый из этих двигателей имеет свои преимущества и недостатки. Однако более перспективным для применения на автомобиле можно считать бесшатунный двигатель с ККМ благодаря его существенным преимуществам по сравнению с классическим ДВС, а именно – лучшая топливная экономичность, идеальная уравновешенность при любом числе цилиндров, чрезвычайно тихий ход и низкий уровень шума и вибрации.

Сегодня многими ведущими фирмами Германии, США, Австралии, России и Украины разрабатывается такой двигатель. В Украине в Автомобильно-дорожном институте под руководством проф. Мищенко Н.И. разработаны и испытаны целый ряд экспериментальных одноцилиндровых бесшатунных двигателей с ККМ рабочим объемом 0,075 л.

В бесшатунном двигателе (рис.) механизм преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение вала включает два коленчатых вала: силовой 6 и вспомогательный 8.

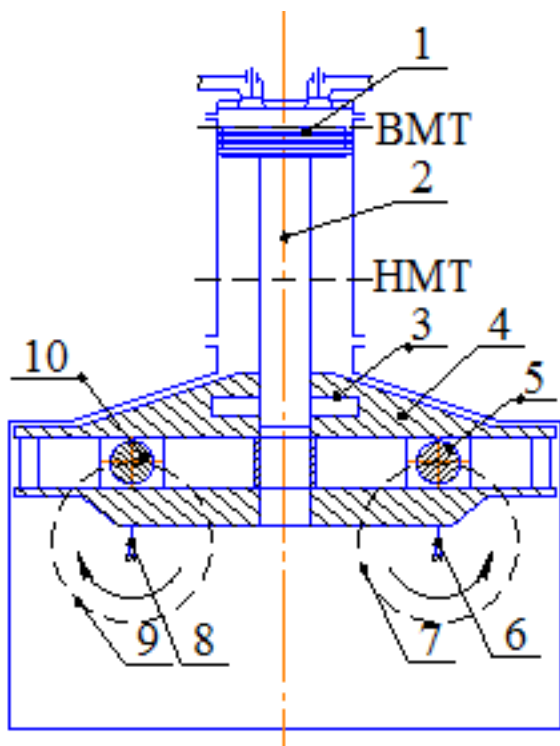


Рис. Бесшатунный двигатель с ККМ

Валы соединены между собой с помощью двух цилиндрических шестерен 7 и 9, которые находятся в зацеплении. На кривошипных шейках коленчатых валов посажены ползуны 5 и 10, которые двигаются по направляющим кулисы 4, которая с помощью штока 2 соединена с поршнем 1. Между штоком и кулисой установлен механизм отключения цилиндров 3.

Отличительной особенностью схемы двигателей с ККМ являются малые потери на трение во всем диапазоне нагрузок и частоты вращения, полная динамическая уравновешенность и равномерность хода. Эти достоинства связаны с тем, что в бесшатунном двигателе шток осуществляет исключительно прямолинейное движение, в связи с чем боковые нагрузки на поршень отсутствуют.

В бесшатунном двигателе рабочий процесс осуществляется как в обычном четырехтактном бензиновом ДВС.

Анализ бесшатунного двигателя с ККМ показывает, что в этом двигателе, кроме возможности повышения эффективного КПД из-за малых механических потерь, конструктивно проще реализуется модульное отключение цилиндров.

Идея реализации отключения цилиндров путем остановки поршня, в бесшатунном двигателе принадлежит проф. Мищенко Н.И., который разработал механизм остановки поршня на бесшатунном двигателе с ККМ. Механизм остановки поршня (МОП) удовлетворяет следующим требованиям:

- отключение любого цилиндра по заданному алгоритму отключения;

- используется работа цикла двигателя и кинетическая энергия силового механизма, то есть не требуется отдельного источника энергии для своей работы;

- простота конструкции, не увеличиваются габариты и не усложняется конструкция двигателя;

- обладает быстродействием срабатывания, чтобы отключить (включить) цилиндр на протяжении не более чем одного рабочего такта (впуска, расширения и т.д.) при частоте вращения коленчатого вала до  $4000 \text{ мин}^{-1}$ ;

- высокая надежность и относительно небольшая стоимость.

Исследования показали повышение топливной экономичности на 40% [14].

Изложенное выше указывает на необходимость и возможность исследований экономической эффективности бесшатунного двигателя с точки зрения его применения на автомобильном транспорте.

**Выводы.** Особое внимание заслуживает внедрение технологий топливных элементов. Водород является единственной приемлемой экологической энергией.

В настоящее время достаточную топливную экономичность можно достигнуть усовершенствованием бесшатунного поршневого ДВС с ККМ путем остановки поршней и применением переменной степени сжатия на частичных режимах. Технологически такой двигатель легче реализовать в металле (80% деталей на изготовления такого двигателя подходят от классического ДВС).

### Л и т е р а т у р а

1. Голохваст К.С. Выбросы автотранспорта и экология человека (обзор литературы) / Голохваст К.С., Чернышев В. В., Угай С. М. // Экология человека, 2016. – № 1. – С. 9–14.
2. Мацкерле Ю. Современный экономичный автомобиль / Ю. Мацкерле; пер. с чешск. В.Б. Иванова; под ред. А.Р. Бенедиктова. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
3. Строганов В.И. Повышение эксплуатационных характеристик электромобилей и автомобилей с комбинированной энергоустановкой: дис. ... д-ра техн. наук / Строганов В. И. – М., 2015. – 356 с.
4. Материалы сайта: <http://avtoaziya.ru/component/tags/tag/ehlektromobili.html>
5. Кравченко А.П. Солнечные элементы питания на автомобильном транспорте. Современное состояние и перспективы использования / Кравченко А.П., Дуда Д.В., Верительник Е.А. // Автомобильный транспорт. – Харьков, ХНАДУ, 2009. – № 25. – С. 34–40.
6. Материалы сайта: [news.eizvestia.com](http://news.eizvestia.com)
7. Раменский А.Ю. Применение водорода в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей внутреннего сгорания / А.Ю. Раменский, П.Б. Шелищ, С.И. Нефедкин // Альтернативная энергетика и экология, 2006. – № 11 (43). – С. 63–70.
8. Галеев А.Г. Проблемы обеспечения безопасности стендовых испытаний двигательных и

- энергетических установок на водородном топливе / Галеев А.Г. // Альтернативная энергетика и экология, 2006. – № 11 (43). – С. 23-27.
9. «Saab Reveals Unique Engine Concept That Offers High Performance and Low Fuel Consumption» Internet. 4 May 2001. Available <http://www.saabnet.com/tsn/press/000318.html>
  10. Пат. № 2786530 Франция. Dispositif de transmission mecanique pour moteur a cylindree variable; Rabhi Vianney. – Оpubl. 19.01.2001. – Бюл. № 01/03.
  11. Пат. № 7174863 В2 США, Mechanizm for internal combustion piston engines / Jozeph Scalzo., Оpubl. 13.02.2007.
  12. Баландин С.С. Бесшатунные двигатели внутреннего сгорания / Баландин С.С. – М.: Машиностроение, 1972. – 176 с.
  13. Bak David J. Compact engine eliminates connecting rods, wrist pins / Bak David J. // Des. News, 1985. – 41, № 19. – P. 212–220.
  14. Мищенко Н.И. Автомобильные двигатели с отключением цилиндров: конструкции, анализ / Н.И. Мищенко, Т.Н. Колесникова, В.Л. Супрун, А.Г. Подлесный // Вісник СевНТУ. – Севастополь: СевНТУ, 2011. – Вип. 122/2011. – С. 12-22.

#### References

1. Holohvast K.S. Motor vehicle emissions and human ecology (literature review) / Golohvast KS, Chernyshev VV, Ugay SM // Human Ecology, 2016. – No. 1. – P. 9–14.
2. Matskerle Y. Modern economy car / Y. Matskerle; trans. with Czech. V.B. Ivanova; Ed. A.R. Benedictova. – M.: Mechanical Engineering, 1987. – 320 p.
3. Stroganov V.I. Increasing the operational characteristics of electric vehicles and cars with a combined power plant: dis. ... dr. techn. sciences / Stroganov V.I. – M., 2015. – 356 p.
4. The materials of the site: <http://avtoaziya.ru/component/tags/tag/ehlektromobili.html>
5. Kravchenko A.P. Solar cells for auto transport. Current state and prospects of use / Kravchenko A.P, Duda D.V., Veritelnik E.A. // Automobile transport. – Kharkov, KhNADU, 2009. – No. 25. – P. 34-40.
6. The materials of the site: [news.eizvestia.com](http://news.eizvestia.com)
7. Ramensky A.Y. Application of hydrogen as a motor fuel for automotive internal combustion engines / A.Y. Ramensky, P.B. Shelisch, S.I. Nefedkin // Alternative Energy and Ecology, 2006. – No. 11 (43). – P. 63-70.
8. Galeev A.G. Problems of ensuring the safety of bench tests of propulsion and power plants on hydrogen fuel / Galeev A.G. // Alternative energy and ecology, 2006. – No. 11 (43). – P. 23–27.
9. "Saab Reveals Unique Engine Concept That Offers High Performance and Low Fuel Consumption." Internet. 4 May 2001. Available <http://www.saabnet.com/tsn/press/000318.html>
10. Pat. No. 2786530 France. Dispositif de transmission mecanique pour moteur a cylindree variable; Rabhi Vianney. – Оpubl. 19.01.2001. – Bul. No. 01/03.
11. Pat. No. 7174863 В2 USA, Mechanizm for internal combustion piston engines / Jozeph Scalzo, Оpubl. 13.02.2007.
12. Balandin S.S. Besshatunnye internal combustion engines / Balandin S.S. – Moscow: Mechanical Engineering, 1972. – 176 p.

13. Bak David J. Compact engine eliminates connecting rods, wrist pins / Bak David J. // Des. News, 1985. – 41, No. 19. – P. 212–220.
14. Mischenko N.I. Automobile engines with disconnection of cylinders: constructions, analysis / N.I. Mischenko, T.N. Kolesnikova, V.L. Suprun, A.G. Podlesny // News of SevNTU. – Sevastopol: SevNTU, 2011. – Vip. 122/2011. – P. 12–22.

#### **Заренбін В.Г., Колеснікова Т.М., Сакно О.П., Мойся Д.Л. Шляхи досягнення паливної економічності автомобілів**

*У статті розглянуті питання впливу автомобільного транспорту (АТ) на навколишнє середовище. Проаналізовані перспективні напрями створення екологічно чистого автомобіля (гібридний автомобіль, електромобіль) і шляхи вдосконалення поршневого ДВЗ. Представлена конструкція і принцип роботи безшатунного двигуна з кривошипно-кулісним механізмом (ККМ), де шток здійснює виключно прямолінійний рух, в зв'язку, з чим бічні навантаження на поршень відсутні. Результат - реалізація модульного відключення циліндрів і підвищення паливної економічності на 40%.*

**Ключові слова:** автомобіль, двигун, кривошипно-кулісним механізмом, екологічність, паливна економічність.

#### **Zarenbin V., Kolesnikova T., Sakno O., Moysya D. Means of achievement the economy of fuel of cars**

*The article considers the problem of influence of motor transport on the environment. Perspective directions of creation ecological car (hybrid car, electro-mobile) and means of improvement piston engine are analyzed. The shortcoming is the high cost of technology and run of a car on hydrogen fuel cells is less than the run of a car on a hydrocarbon fuel.*

*The design and principle of operation of the conrod-free engine with a crank-and-slot mechanism. The piston rod effects linear motion. Side loads on the piston are absent.*

*The results are the implementation of a modular cylinder deactivation and an increase of economy of fuel by 40 percent. It is ideal balance for any number of cylinders, extremely quiet running and low noise and vibration.*

**Keywords:** car, engine, crank-and-slot mechanism, ecological, economy of fuel

**Заренбін В.Г.** – д.т.н., професор, декан механічного факультету, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», e-mail: [zvg@mail.pgasa.dp.ua](mailto:zvg@mail.pgasa.dp.ua)  
**Колеснікова Т.М.** – к.т.н., доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», e-mail: [tnk1403@ukr.net](mailto:tnk1403@ukr.net)

**Сакно О.П.** – к.т.н., доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», e-mail: [sakno-olga@ukr.net](mailto:sakno-olga@ukr.net)

**Мойся Д.Л.** – к.т.н., аспірант кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: [mihalich\\_ua@mail.ru](mailto:mihalich_ua@mail.ru)

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Стаття подана 13.03.2018.