

ТРАНСПОРТ

УДК 621.43.056

Н. И. Мищенко, д-р техн. наук, А. И. Петров, В. Л. Супрун

**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка**

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ В ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Рассмотрены основные подходы по изменению степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Выявлены преимущества и недостатки каждой группы известных конструктивных решений. Приведены особенности механизма ступенчатого изменения степени сжатия, разрабатываемого в АДИ ДонНТУ для бесшатунного двигателя внутреннего сгорания с кривошипно-кулисным механизмом.

***Ключевые слова:** поршневой двигатель внутреннего сгорания, переменная степень сжатия, бесшатунный двигатель, топливная экономичность*

Введение

Первым прообразом современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) для автомобилей по праву считается двигатель немецкого инженера Николауса Отто, запатентованный в 1878 году. Данный двигатель стал первым четырехтактным двигателем, работающим по закрытому циклу со сжатием смеси перед сгоранием. Такое техническое решение позволило получить коэффициент полезного действия (КПД) двигателя более 12 %. Для сравнения: КПД двигателя Ленуара, работающего по открытому циклу, в 1960 году не превышал значение в 5 % [1]. С 1878 года рабочий цикл Отто стал основным для создания ДВС. Эффективность стандартного рабочего цикла пропорциональна степени сжатия, поэтому ее повышение является одним из ключей к повышению общей эффективности ДВС.

Повышение степени сжатия в ДВС способствует повышению общего КПД двигателя и улучшению топливной экономичности. Максимальное значение степени сжатия зависит от условий внутри камеры сгорания и подбирается для каждой модели двигателя индивидуально, обеспечивая бездетонационное сгорание топливовоздушной смеси при высокой нагрузке на двигатель. Однако большую часть времени ДВС автомобилей работают в режиме частичной нагрузки, то есть в условиях меньшей эффективности, что приводит к более высокому расходу топлива и ухудшению экологических характеристик.

Одним из способов повышения эффективности работы ДВС на частичных нагрузках является применение механизмов реализации переменной степени сжатия [2].

Цель работы

Проанализировать современные исследования и достижения в области создания поршневых двигателей внутреннего сгорания с переменной степенью сжатия.

Основная часть

Создание серийного ДВС с переменной степенью сжатия является сложной задачей. Существует множество патентов и разработок для решения данной задачи, однако все они возможны только в рамках нескольких подходов, направленных либо на непосредственное

изменение объема камеры сгорания, либо на изменение кинематики механизма преобразования движения поршня в ДВС [3].

Оригинальный способ изменения объема камеры сгорания предложила компания SAAB Automobile AB в 1998 году, представив опытный образец двигателя с изменяемой степенью сжатия – SAAB Variable Compression (SVC). В данном двигателе [4] головка блока цилиндров (ГБЦ) выполнена совместно с гильзами цилиндров. Для изменения объема камеры сгорания данная ГБЦ может поворачиваться относительно блока. Поворот осуществляется благодаря шарнирному креплению ГБЦ внутри корпуса двигателя на специальном валу с одной ее стороны и отдельному кривошипно-шатунному механизму с другой стороны. Данный механизм позволяет смещать ГБЦ с гильзами цилиндров относительно вертикальной оси на угол 4° , что в свою очередь изменяет степень сжатия от 14:1 до значения 8:1 [5]. Электронная система управления двигателем SAAB Trionic задает необходимую степень сжатия, управляя гидроприводом кривошипа, учитывая данные о нагрузке на двигатель, качество топлива. Наличие подвижной ГБЦ с гильзами потребовало создания более массивной и совершенной рубашки охлаждения, в результате чего повысилась эффективность отвода тепла от стенок камеры сгорания и гильз цилиндров. Герметизация системы охлаждения на стыке ГБЦ и корпуса реализована резиновой гофрированной прокладкой, а для ее защиты применен металлический кожух. Открытым остался вопрос надежности такого решения.

Поперечный разрез двигателя SAAB представлен на рисунке 1.

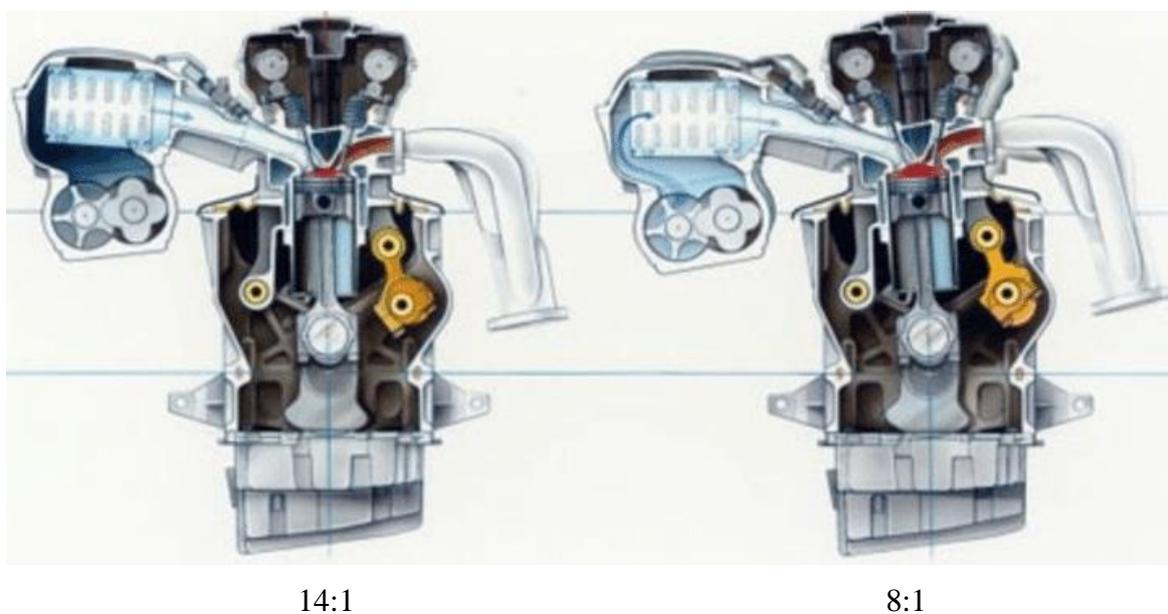


Рисунок 1 – Поперечный разрез двигателя SAAB Variable Compression

Переменная степень сжатия на двигателе SVC позволила реализовать наддув с достаточно высоким значением давления – 2,8 бар [4]. Примененные конструктивные решения способны оптимизировать мощность двигателя и экономичность во всех режимах работы двигателя.

Однако данный двигатель так и не стал серийным.

Ряд компаний сосредоточились на изменении степени сжатия двигателя путем перемещения коленчатого вала в своих опорах [6]. К примеру, разрабатываются опытные двигатели внутреннего сгорания, коленчатый вал которых установлен в эксцентриковые опоры (рисунок 2).

Применив стальные эксцентрики, удастся избежать нежелательного увеличения зазора в коренных вкладышах при температурном расширении на рабочем режиме, что снижает потери давления в системе смазки.

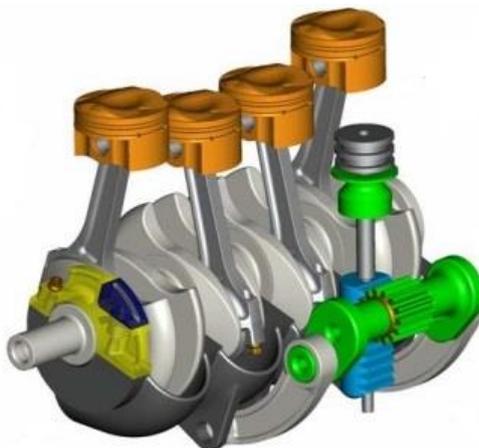


Рисунок 2 – Механизм изменения степени сжатия путем перемещения коленчатого вала

В месте подачи масла из картера в эксцентрики используются специальные кольцевые уплотнительные элементы. Этот вид установки эксцентриков коленчатого вала может быть применен ко всем типам конструкций картера, таким как картер с увеличенной высотой нижней части с индивидуальными опорами коленчатого вала, картер с малой высотой нижней части и опорной плитой, картер лестничного типа и др.

Для устранения смещения между коленчатым валом и неподвижным первичным валом коробки передач применен параллельный эксцентриковый механизм, состоящий из двух дисков, один из этих дисков прикреплен болтами к фланцу коленчатого вала, а другой диск неподвижно подвешен и выровнен с первичным валом коробки передач с помощью опорного подшипника. Передача крутящего момента от подвижного диска к неподвижному осуществляется множеством соединительных элементов – эксцентриков, равномерно расположенных по окружности.

К настоящему времени реализация изменения степени сжатия путем изменения положения коленчатого вала достигла высокого уровня зрелости, но не может рассматриваться как надежная основа для серийного применения в силу сложности, дороговизны и нерешенных вопросов надежности.

Также изменять степень сжатия возможно путем регулирования длины шатуна либо изменяя положение поршневого пальца в верхней головке шатуна.

Шатун переменной длины конструктивно представляет собой гидроцилиндр и содержит гидравлический цилиндр, каналы, золотник и несколько клапанов для установки порога срабатывания (рисунок 3).



Рисунок 3 – Шатун переменной длины

Ключевыми моментами данного технического подхода можно считать: двухступенчатую вариацию длины шатуна с диапазоном регулировки степени сжатия до 6 единиц; простую интеграцию в существующие конструкции двигателей; минимальное воздействие на конструктивные параметры двигателя (диаметр цилиндра, ход поршня, расстояние между цилиндрами, высоту блока и массу двигателя), концентрацию дополнительных масс вблизи нижней головки шатуна, главным образом в области вращающихся масс, и таким образом, уменьшение влияния на колеблющиеся массы.

Гидравлический привод кажется наиболее привлекательным в качестве решения как с точки зрения функциональности, производственных аспектов, так и стоимости, однако отличается наибольшей сложностью разработки и часто оценивается как технически неосуществимый [7].

Компания TOYOTA разработала шатун, предназначенный для изменения степени сжатия в двигателе. Суть разработки заключается в применении в верхней головке шатуна цилиндрической втулки, имеющей эксцентриситет внутреннего отверстия, связанной с рычагом в виде коромысла и парой гидравлически управляемых поршней [8].

Управление механизмом осуществляется потоком масла под давлением от шатунной шейки коленчатого вала через подшипник скольжения и каналы. В шатуне просверлены несколько каналов для масла с обратными клапанами и подпружиненным штифтом, выполняющим роль золотника. Положение золотника зависит от давления масла, подаваемого от коленчатого вала двигателя. Золотник перераспределяет потоки масла и управляет переключением механизма. Меняя давление масла, можно сдвигать этот штифт (перемещение идет вдоль оси коленчатого вала), направляя поток масла в первый либо второй миниатюрный гидравлический цилиндр. В каждом гидравлическом цилиндре есть поршень, соединенный маленьким шатуном с рычагом в виде коромысла, осью которого является втулка, связанная с поршневым пальцем. Поворачивая втулку, можно изменять расстояние от оси шатунной шейки коленчатого вала до оси поршневого пальца и таким образом изменять длину шатуна (рисунок 4).

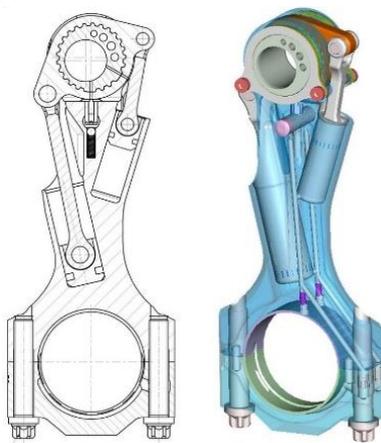


Рисунок 4 – Шатун с механизмом изменения степени сжатия

Данный механизм обеспечивает только два рабочих положения, соответствующие высокой и низкой степеням сжатия, которые, в свою очередь, зависят от давления в системе смазки. При высоком давлении в системе смазки двигателя шатун имеет максимальную длину и обеспечивает высокую степень сжатия. Если давление снижается ниже определенного значения, происходит возврат штифта в первоначальное положение, что изменяет направление потоков к гидравлическим цилиндрам, и в итоге шатун укорачивается, а степень сжатия уменьшается.

Кроме того, компания TOYOTA предложила и другие варианты соотношений давления масла и длины шатуна, в том числе различное поведение при нескольких пороговых уровнях. Работа механизма зависит от настроек золотника и обратных клапанов. Данная система изменения степени сжатия работает автоматически в зависимости от давления в системе смазки двигателя.

На данный момент серийных двигателей с такой системой нет.

Модифицированная идея изменения длины шатуна нашла свою реализацию, в том числе и серийную, в двигателях с траверсными преобразующими механизмами. Данным вопросом занимались такие концерны, как PEUGEOT, NISSAN и HONDA, а также институт «НАМИ» [9, 10], где было изготовлено более десятка образцов траверсных двигателей с управляемым движением поршней на базе серийных моторов ВАЗ, ЯМЗ и DaimlerChrysler.

В серию же запустить траверсный двигатель смог только концерн NISSAN, воплотив все наработки в бензиновом двигателе 2.0 VC-Turbo, устанавливаемом на автомобили бренда INFINITI. Данный двигатель был продемонстрирован на Парижском автосалоне 2016 года [11].

Суть работы механизма изменения степени сжатия строится на том, что ось коленчатого вала смещена относительно оси цилиндров, а шатунная шейка коленчатого вала двигателя связана с траверсой, имеющей еще два цилиндрических шарнира: один соединен с шатуном, он в свою очередь с поршнем; а второй – с коромыслом. Вторым концом коромысла соединен с размещенным в картере двигателя эксцентриковым валом. Объем камеры сгорания зависит от расстояния между поверхностью камеры сгорания головки блока цилиндров и днищем поршня при нахождении последнего в верхней мертвой точке, что определяется координатой оси качания коромысла [12]. Эта координата и, следовательно, степень сжатия двигателя регулируются посредством поворота эксцентрикового вала (рисунок 5).



Рисунок 5 – Механизм изменения степени сжатия в двигателе VC-Turbo

При пуске двигателя и работе на режимах холостого хода и малых нагрузок степень сжатия в двигателе максимальная. По мере роста нагрузки или увеличения давления наддува степень сжатия плавно понижается поворотом эксцентрикового вала. Максимальное давление сгорания ограничивается определенным значением – предельно допустимым по условиям обеспечения работоспособности подшипников силового механизма или отсутствия детонации.

Главные недостатки конструкции всех траверсных двигателей – это увеличение габаритов блока цилиндров двигателя и снижение механического коэффициента полезного действия механизма из-за изменения характера движения звеньев и увеличения количества шарниров.

Еще одним из способов изменения степени сжатия является изменение компрессионной высоты поршня. Такую конструкцию поршня называют ПАРСС (поршень, автоматически регулирующий степень сжатия) [13–15]. Это наиболее привлекательное решение, поскольку требует минимальных изменений архитектуры базового двигателя по сравнению с другими вариантами. К сожалению, это требует значительного увеличения массы всех возвратно-поступательно движущихся масс и что более важно – средства для активации изменения высоты поршня находятся в высокоскоростном возвратно-поступательном узле. Все это снижает возможности по форсированию двигателя, ведет к увеличению его массы и снижает эффект от повышения степени сжатия.

Поршень из отдельной детали превращается в сложный узел, реагирующий на давление в камере сгорания двигателя, как правило, состоящий из головки поршня и отдельной юбки поршня с отверстием под поршневой палец, между которыми находятся упругие элементы (пружины) либо подобие гидравлического цилиндра с клапанами и каналами (рисунок 6).

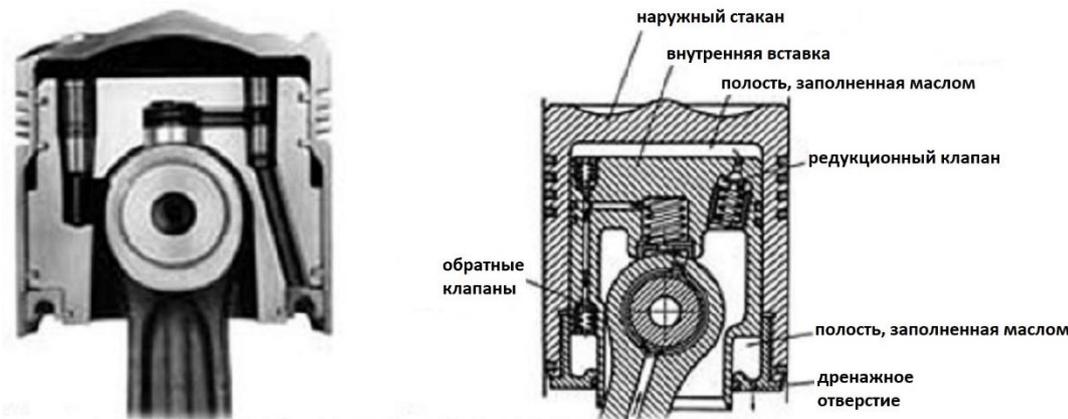
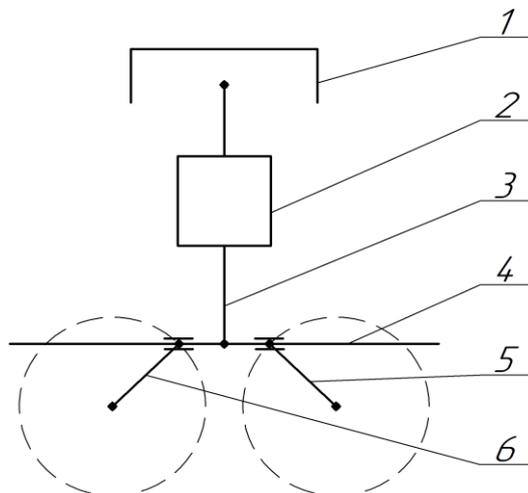


Рисунок 6 – Поршень с механизмом изменения степени сжатия

Подобные механизмы ограничивают пиковое давление внутри камеры сгорания, не допуская детонации при высоких нагрузках без дополнительного управляющего устройства, позволяя двигателю работать с высокой степенью сжатия при низких нагрузках. Также главной особенностью данных механизмов можно назвать высокое быстродействие, так как степень сжатия может измениться с высокого значения на низкое и обратно за один рабочий цикл двигателя. Подобные поршни возможно адаптировать к обычным двигателям, изменив только конструкцию шатуна и в отдельных случаях увеличив высоту блока цилиндров.

Еще одним способом регулирования степени сжатия можно назвать изменение объема камеры сгорания при помощи дополнительного поршня или клапана, открывающего дополнительный объем, однако такие решения ненадежны и трудно реализуемы [16].

В настоящее время в АДИ ДонНТУ ведутся исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке двигателя с переменной степенью сжатия (ϵ_x). Переменная ϵ_x реализуется в бесшатунном поршневом ДВС с кривошипно-кулисным механизмом (ККМ), который разработан в АДИ ДонНТУ [17, 18]. Конструкция бесшатунного двигателя позволяет расположить механизм изменения степени сжатия (МИСС) между поршнем и ККМ (рисунок 7).



1 – поршень, 2 – МИСС; 3 – шток; 4 – кулиса; 5, 6 – кривошпы (коленчатые валы)

Рисунок 7 – Схема бесшатунного двигателя с переменной степенью сжатия

МИСС выполнен в виде силового гидроцилиндра, гидравлический поршень которого связан с поршнем 1 двигателя, а корпус – со штоком 3, соединенным с кулисой 4. Усилие от поршня передается на коленчатые валы через МИСС и шток.

Суть метода регулирования ε_x заключается в изменении объема камеры сгорания за счет изменения расстояния между днищем поршня и головкой цилиндра в момент нахождения поршня в верхней мертвой точке. Перемещение поршня, вызывающее изменение ε_x в работающем двигателе, происходит автоматически.

Сущность работы двигателя с переменной ε_x заключается в том, что в процессе сгорания и начале процесса расширения величина ε_x устанавливается: $\varepsilon_x \leq \varepsilon$ (где ε – степень сжатия, заданная заводом-изготовителем, при которой двигатель работает при максимальной мощности на границе, близкой к детонации), а в остальных процессах величина $\varepsilon_x = \varepsilon_{\max}$, которая выбирается из условий получения высокой топливной экономичности и низкой токсичности отработавших газов.

В настоящее время данный МИСС находится в стадии изготовления. Выполнены расчетные исследования на совмещенных математических моделях рабочего цикла двигателя и рабочего процесса МИСС при различных значениях ε_x . Полученные данные показывают, что использование двухступенчатого изменения степени сжатия улучшает экономические характеристики бензинового двигателя на частичных нагрузках на 15–20 %. Быстродействие предложенного МИСС в 1,5–2 раза выше, чем известных механизмов регулирования ε_x в поршневых ДВС.

Заключение

В работе представлена информация об актуальных конструктивных решениях изменения степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Указаны преимущества и недостатки различных подходов к изменению степени сжатия.

Наиболее перспективными являются наработки АДИ ДонНТУ по созданию механизма изменения степени сжатия, выполненного в виде силового гидроцилиндра, расположенного на штоке бесшатунного двигателя с кривошипно-кулисным механизмом. Разрабатываемый механизм улучшает экономические характеристики бензинового двигателя на частичных нагрузках на 15–20 % и обладает высоким быстродействием.

Список литературы

1. Андрусенко, Е. И. Двигатель Ленуара (к 150-летию изобретения двигателя внутреннего сгорания) / Е. И. Андрусенко, А. П. Калинин // Двигателестроение. – 2010. – № 3(241). – С. 38–44. – EDN MVCDGZ.
2. Матюхин, Л. М. Термодинамический анализ зависимости среднего давления цикла Отто от способа изменения степени сжатия / Л. М. Матюхин // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура : электронный научный журнал. – 2023. – № 2(36). – EDN OLUEXA.
3. Shaik, A. Variable compression ratio engine: A future power plant for automobiles – An overview / A. Shaik, N. S. V. Moorthi, R. Rudramoorthy // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D Journal of Automobile Engineering. – 2007. – № 221(9). – P. 1159–1168. – DOI: 10.1243/09544070JAUTO573.
4. Hoeltgebaum, T. Reconfigurability of Engines: A Kinematic approach to Variable Compression Ratio Engines / T. Hoeltgebaum, R. Simoni, D. Martins // Mechanism and Machine Theory. – 2016. – Vol. 96, № 2. – P. 308–322.
5. Drangel, H. The Variable Compression (SVC) and the Combustion Control (SCC) – Two Ways to Improve Fuel Economy and Still Comply with World-Wide Emission Requirements / H. Drangel, E. Olofsson, R. Reinmann. – Текст : электронный // SAE Technical Paper Series. – 2002-01-0996. – URL: <https://www.sci-hub.ru/10.4271/2002-01-0996>.
6. Wittek, K. Development of a Two-stage Variable Compression Ratio Engine / K. Wittek, C. Tiemann, S. Pischinger. – Текст : электронный // FEV Group GmbH. – URL: https://www.fev.com/fileadmin/user_upload/Media/TechnicalPublications/Gasoline_Systems/TwoStageVariableCompressionRatiowithEccentricPistonPin.pdf (дата обращения: 01.04.2024).
7. Variable Compression Ratio – in a Technology Competition? / G. Fraidl, P. Kapus, H. Melde [et al.]. – Текст : электронный // 37th International Vienna Motor Symposium 28th–29th April 2016. – 30 p. – URL: https://www.avl.com/documents/10138/2703308/05.16_PTE_brochure_web_2-step+Variable+Geometric+Compression_EN.

8. Wittek, K. Characterization of the system behaviour of a variable compression ratio (VCR) connecting rod with eccentrically piston pin suspension and hydraulic moment support / K. Wittek, F. Geiger, Marilia G. Justino Vaz // *Energy Conversion and Management*. – 2020. – № 213. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112814>.
9. Марков, В. А. Системы регулирования степени сжатия двигателей внутреннего сгорания. Часть 1 / В. А. Марков, Н. Д. Чайнов, А. В. Гуртовой // *Грузовик*. – 2016. – № 7. – С. 3–12. – EDN WFRYVZ.
10. Кутенев, В. Ф. Выбор схемы и определение размеров основных элементов силового механизма траверсного балансира двигателя / В. Ф. Кутенев, Г. Г. Тер-Мкртчян // *Труды НАМИ*. – 1991. – № 1. – С. 11–24. – EDN TZPVLX.
11. Mizuno, H. Nissan gasoline engine strategy for higher thermal efficiency / H. Mizuno // *Combustion Engines*. – 2017. – Vol. 169(2). – P. 141–145. – DOI: 10.19206/CE-2017-225.
12. Seung, Woo Kwak. Kinematic Conceptual Design of In-Line Four-Cylinder Variable Compression Ratio Engine Mechanisms Considering Vertical Second Harmonic Acceleration / Seung Woo Kwak, Jae Kyung Shim, Young Kwang Mo. – Текст : электронный // *Applied Sciences*. – 2020. – № 10(11). – DOI: 10.3390/app10113765.
13. Авторское свидетельство № 945483 А1 СССР, МПК F02B 75/04, F02D 15/04. Поршень, автоматически регулирующей степень сжатия : № 2948430 : заявл. 30.06.1980 : опубл. 23.07.1982 / В. Н. Скарედнов. – Текст : электронный ; заявитель Предприятие П/Я Р-6197. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU945483A1_19820723.
14. Авторское свидетельство № 939799 А1 СССР, МПК F02B 75/04, F02D 15/04. Поршень, автоматически регулирующей степень сжатия : № 3009920 : заявл. 28.11.1980 : опубл. 30.06.1982 / Б. А. Шароглазов, Ю. М. Зарочинцев. – Текст : электронный ; заявитель Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU939799A1_19820630.
15. Конструкция поршня, автоматически регулирующего степень сжатия, для карбюраторного двигателя / Н. А. Семернин, С. А. Нармагамбетов, А. Т. Бекболова, Г. У. Куралбек // *Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2013) : сборник статей V Международной научно-технической конференции, Курск, 30 ноября 2013 года / Е. В. Агеев (ответственный редактор)*. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2013. – С. 133–146. – EDN VMMSND.
16. Study on selected parameters of engine with the active combustion chamber / M. Glogowski, M. Wozniak, T. Szydłowski, K. Siczek // *Combustion Engines*. – 2023. – Vol. 194(3). – P. 3–12. – DOI: <https://doi.org/10.19206/CE-165830>.
17. Мищенко, Н. И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания. В 2 томах. Том 1. Теория, разработка и испытание нетрадиционных двигателей внутреннего сгорания / Н. И. Мищенко. – Донецк : Лебедь, 1998. – 228 с. – ISBN 966-508-181-0.
18. Оценка показателей двигателя легкового автомобиля с новым механизмом изменения степени сжатия / Н. И. Мищенко, А. И. Петров, С. Е. Волков, Д. Д. Ромашов // *Актуальные проблемы науки и техники. 2023 : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 15–17 марта 2023 года / ответственный редактор Н. А. Шевченко*. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2023. – С. 598–599. – EDN HLURCD.

Н. И. Мищенко, А. И. Петров, В. Л. Супрун
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Конструктивные решения переменной степени сжатия в поршневых двигателях
внутреннего сгорания

Работа посвящена конструктивным решениям переменной степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания.

Рассмотрены основные подходы по изменению степени сжатия в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Выявлены преимущества и недостатки каждой группы конструктивных решений. Определены перспективы дальнейших разработок механизмов изменения степени сжатия.

Повышение степени сжатия в ДВС способствует повышению общего КПД двигателя и улучшению топливной экономичности. Максимальное значение степени сжатия зависит от условий внутри камеры сгорания и подбирается для каждой модели двигателя индивидуально, обеспечивая бездетонационное сгорание топливовоздушной смеси при высокой нагрузке на двигатель. Однако большую часть времени ДВС автомобилей работают в режиме частичной нагрузки, то есть в условиях меньшей эффективности, что приводит к более высокому расходу топлива и ухудшению экологических характеристик.

Одним из способов повышения эффективности работы ДВС на частичных нагрузках является применение механизмов изменения степени сжатия. Интересными являются наработки компаний TOYOTA, PORSCHE и HILITE по созданию шатуна переменной длины. Теоретически реализация подобной конструкции шатуна может предоставить максимум выгоды по сравнению с другими подходами.

Наиболее перспективной является наработка АДИ ДонНТУ по созданию механизма изменения степени сжатия, который выполнен в бесшатунном двигателе с кривошипно-кулисным механизмом в виде силового гидроцилиндра и связан с одной стороны с поршнем, а с другой – с кривошипно-кулисным механизмом. Теоретическими исследованиями бензинового бесшатунного двигателя показано улучшение экономических характеристик на частичных нагрузках на 15–20 %.

ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ПЕРЕМЕННАЯ СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ, БЕСШАТУННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ

N. I. Mishchenko, A. I. Petrov, V. L. Suprun
**Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka**
Design Solutions of Variable Compression Ratio in Internal Combustion Piston Engines

The work is dedicated to constructive solutions of variable compression ratio in internal combustion piston engines.

The article discusses the main approaches to changing the compression ratio in internal combustion piston engines. The advantages and disadvantages of each group of design solutions are identified. The prospects for further development of mechanisms for changing the compression ratio are determined.

The compression ratio increase in an internal combustion engine contributes to an increase in the overall engine efficiency and fuel economy. The maximum value of the compression ratio depends on the conditions inside the combustion chamber and is selected individually for each engine model, ensuring knock-free combustion of the fuel-air mixture under high engine load. However, most of the time, car engines operate under partial load conditions, i. e., with lower efficiency, which leads to the higher fuel consumption and deteriorating environmental characteristics.

One way to increase the efficiency of internal combustion engines at partial loads is to use mechanisms for changing the compression ratio. The developments of companies such as TOYOTA, PORSCHE, and HILITE in creating a variable length connecting rod are of interest. The implementation of such a connecting rod design theoretically can provide maximum benefits compared to other approaches.

The most promising development is the work of the Automobile and Road Institute of «Donetsk National Technical University» in creating a mechanism for changing the compression ratio, which is implemented in a conrod-free engine with a crank-slider mechanism in the form of a power hydraulic cylinder connected on one side to the piston and on the other side to the crank-slider mechanism. Theoretical studies of a gasoline conrod-free engine have shown an improvement in economic characteristics under partial loads by 15–20 %.

INTERNAL COMBUSTION PISTON ENGINE, VARIABLE COMPRESSION RATIO, CONROD-FREE ENGINE, FUEL ECONOMY

Сведения об авторах:

Н. И. Мищенко

SPIN-код РИНЦ: 6604-8459
Телефон: +7 949 408-87-62
Эл. почта: mim2802@mail.ru

А. И. Петров

SPIN-код РИНЦ: 4461-4376
Телефон: +7 949 430-60-28
Эл. почта: a.i.petrov_adi@mail.ru

В. Л. Супрун

SPIN-код РИНЦ: 3153-8230
Телефон: +7 949 332-92-61
Эл. почта: suprunv@mail.ru

Статья поступила 03.06.2024

© Н. И. Мищенко, А. И. Петров, В. Л. Супрун, 2024

*Рецензент: А. В. Химченко, канд. техн. наук, доц.,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I», г. Воронеж*