

УДК 62.112

Михаил Станиславович Камитов, студент,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, mkamitov@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены возможности применения методов экономии топлива на современных автомобилях – направления усовершенствования конструкции автомобилей, а также меры, не касающиеся устройства транспортных средств. Применение современных методов экономии должно сократить потребление топлива и уменьшить количество вредных выбросов на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: экономия топлива, рекуперация кинетической энергии, степень сжатия, изменение фаз газораспределения, алюминиевый кузов, водородное топливо, отслеживание светофоров.

Mikhail S. Kamitov, student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, mkamitov@yandex.ru

MODERN METHODS OF FUEL ECONOMY. PROSPECTS OF APPLICATION

Abstract. The main modern methods of saving fuel are described – improvements of vehicle design and operations which are not connected with vehicle design.

Key words: fuel economy, kinetic energy recovery, ratio of compression, changing of valve timing, aluminum body, hydrogen fuel, traffic lights monitoring.

Введение

Несколько лет назад мировой парк автомобилей превысил отметку в один миллиард. И все эти автомобили выбрасывают вредные вещества в атмосферу и потребляют топливо, чаще всего дизельное или бензин. В

наше время автоконцерны столкнулись с серьезной проблемой снижения токсичности выбросов и потребления топлива. На расход топлива влияет большое количество факторов: конструкция автомобиля и его техническое состояние (углы установки колёс, давление в шинах, регулировка двигателя и т.д.), манера езды водителя, состояние окружающей среды. Мы рассматриваем методы экономии топлива, которые касаются конструкции автомобилей, а также способы, не затрагивающие её [2].

Доработка двигателя и трансмиссии

Уже несколько лет в Формуле-1 используется система рекуперации кинетической энергии, которая подзаряжает емкие аккумуляторы при торможении, которые питают электродвигатели при разгоне, придавая дополнительные 60 кВт (около 100 л.с.), с этого года цифра возросла до 200 л.с. И как ни странно данная технология применяется в электропоездах метро. Но такую систему трудно применить на гражданских автомобилях из-за того, что тормозной путь относительно короток, а время разгона внушительное, не в пример электропоездам, у которых тормозной путь при подъезде к станции достаточно большой, чтобы батареи успели зарядиться.

Инженеры из Volvo переосмыслили эту идею, недавно предложив собственную систему рекуперации кинетической энергии [4].

На задней оси переднеприводного автомобиля смонтирован шестикилограммовый маховик. При торможении он раскручивается до 60 тыс. оборотов в минуту. При разгоне энергия маховика передается задним колесам при помощи специального редуктора, что дает прибавку приблизительно в 80 л.с. Шведские инженеры заявляют, что модель S60 с четырехцилиндровым мотором и Flywheel KERS разгоняется до сотни быстрее, чем аналогичная модель с шестицилиндровым двигателем. Достигается экономия топлива до 25%.

Специалисты из Volkswagen придумали, как можно экономить топливо при движении накатом. Идея реализована на новом Passat CC с двигателем TDI и коробкой передач DSG с двойным сцеплением. При снятии ноги с педали газа двигатель отсоединяется от трансмиссии и работает на холостом ходу. Заявляют об экономии до 0,5 л/100 км, не забывая добавить «при аккуратном вождении» [5].

С точки зрения экономичности, важна степень сжатия, поскольку с ее увеличением возрастает КПД. На бензиновых двигателях эта зависимость гораздо ощутимее, чем на дизелях. Увеличивая КПД, сжигаем меньше топлива. Но пределы увеличения степени сжатия бензинового двигателя ограничены детонацией, которая особенно проявляется при работе в режимах полных нагрузок. А значит, на малых мощностях мы имеем право задавать большую степень сжатия для экономии топлива.

Инженеры придумали как получить возможность изменять степень сжатия. В привычный нам кривошипно-шатунный механизм добавляется эксцентриковый вал и дополнительный шатун, получается своеобразный коромысловый механизм. В конце 1980-х в отечественном НАМИ разрабатывали двигатель с таким механизмом.

Также в начале этого века инженеры SAAB придумали свой способ изменения степени сжатия. Система получила название SVC (SAAB Variable Compression). Головка блока и блок цилиндров объединены в моноблок. Моноблок перемещается относительно блок-картера. Левая часть моноблока опирается на поворотную ось, а правая через шатун сообщается с эксцентриковым валом, при изменении положения которого изменяется степень сжатия. Степень сжатия изменяется от 8:1 до 14:1, в зависимости от нагрузки.

Недавно разработкой двигателя с изменяемой степенью сжатия занялся Volkswagen, но каким образом будет осуществлено изменение объема камеры сгорания немцы не уточняют.

К сожалению, на данный момент подобные двигатели не устанавливаются на серийные автомобили. Поэтому инженерам приходится иметь дело с постоянной степенью сжатия. Каким образом увеличить степень сжатия, поднять КПД, снизить расход топлива и избежать губительной детонации? Ответы на эти вопросы дают японские инженеры из Mazda. В 2012 г. фирма представила модель CX-5 с бензиновым двигателем SkyActiv-G со степенью сжатия 14,0 (для сравнения у большинства автомобилей, бегающих по улицам, данный показатель не превышает 11:1). Официально заявляют об улучшении топливной экономичности на 15%. Двигатель настроен на позднее зажигание для предотвращения детонации, а чтобы при этом топливо успело сгореть применены поршень с выемкой и форсунки с большим числом распылителей [1].



Рис. 1. Поршень двигателя Skyactiv-G с выемкой

Кроме того, японские инженеры разработали новую длинную выпускную систему с конфигурацией 4-2-1, благодаря чему снижается температура в цилиндре, а следовательно и риск детонации. На 30% снижены потери, достигнут эффект продувки цилиндров.

Первым мотором из серии SKYACTIV-G был двухлитровый агрегат. В этом году появился двигатель объемом 2,5 л (192 л.с.), который устанавливается на седан Mazda6.

Второе поколение двигателей SKYACTIV-G собираются перевести на степень сжатия 18:1.

Современные турбодизели сконструированы так, что их степень сжатия лежит в пределах 16–18 единиц. Дизельный SKYACTIV-D наоборот имеет непривычно низкую степень сжатия 14:1.

Чем выше степень сжатия, тем выше температура. Поэтому на современных дизелях топливо подается поздно, чтобы оно не воспламенилось раньше времени, отрицательным эффектом является неполное перемешивание и сгорание, что негативно сказывается на токсичности выхлопа. Инженеры компании Mazda снизили температуру и давление в цилиндре, что позволило подавать топливо до прихода поршня в ВМТ, поэтому топливо лучше перемешивается и сгорает. Создан на базе дизельного двигателя MZR-CD. Облегчен блок цилиндров. Применён поршень с большей камерой сгорания. Главное преимущество агрегата в плане экологии – это выполнение норм Евро-6, вступивших в силу в 2014 г. без применения продвинутого, дорогого нейтрализатора выбросов азота. Расход топлива снижен на 20%.

При снижении степени сжатия столкнулись с проблемой трудного пуска и неустойчивой работы при отрицательных температурах. Данную проблему решили с помощью керамических свеч накаливания и системы VVL, регулирующей высоту подъема клапана. Её суть состоит в том, что на впуске один из выпускных клапанов приоткрыт и выпускные газы засасываются в камеру сгорания. Свежий заряд подогревается, благодаря чему нет пропусков воспламенения, и при прогреве дизель работает устойчивее. Не обошлись без двухступенчатого наддува, при помощи которого сглаживается эффект «турбоямы».

Технологию SKYACTIV обещают развивать и добиться экономии в 30% к 2015 г.

Турбонаддув даёт выигрыш в экономичности, но с ним связана проблема турбоямы, когда на низких оборотах не хватает энергии для раскручивания большой турбины. Лекарством от этой проблемы является

двойной турбонаддув, когда на низких оборотах работает небольшая турбина, а на средних и высоких в работу включается большой турбокомпрессор.

В 2012 г. в «Ауди» показали первый мотор с электрическим турбонагнетателем. Турбина раскручивается за счет электричества. Электрическая турбина работает на невысоких оборотах, что помогает избежать турбоямы, а на средних и высоких оборотах включается традиционная турбина [6].

Важным направлением деятельности современного двигателестроения является оптимизация работы двигателя и увеличение полноты сгорания. С этой целью разрабатываются всевозможные активаторы топлива, однако их полная бесполезность доказана испытаниями журнала «За рулём».

Если ионизировать поступающий в цилиндры воздух, т.е. насытить его ионами, он будет лучше перемешиваться с топливом, улучшится полнота сгорания, соответственно снизятся расход топлива и вредные выбросы. Например, российский производитель ионизаторов GROZA заявляет экономию топлива в 10%.

Доктор технических наук Валерий Дудышев, предупреждает, что ионизировать воздух надо «в меру», меняя высокое напряжение в зависимости от времени года, влажности воздуха и качества бензина.

Предлагаются конструкции керамических двигателей, но они очень недолговечны. Если же покрыть цилиндр металлом, то сталкиваются с проблемой разного коэффициента термического расширения стали и керамики.

Сильно увеличивают расход топлива насосные потери в клапанах. BMW предложила систему изменения фаз газораспределения VANOS/Double VANOS, которая в зависимости от частоты вращения и нагрузки меняет моменты начала открытия впускных и выпускных

клапанов (не меняя длительность фаз). Увеличивается крутящий момент и эффективность двигателя, снижается расход топлива.

Кроме того, немцы признали устаревшей дроссельную заслонку в качестве механизма регулировки количества поступающего в цилиндры воздуха, поскольку на средних и малых оборотах, когда заслонка приоткрыта, она является причиной больших потерь. Дроссельная заслонка вообще убрана, а количество поступающего воздуха регулируется высотой подъема клапанов в диапазоне 0–9,7 мм. Привычный механизм газораспределения дополнен эксцентриковым валом и промежуточным рычагом. Система получила название Valvetronic.

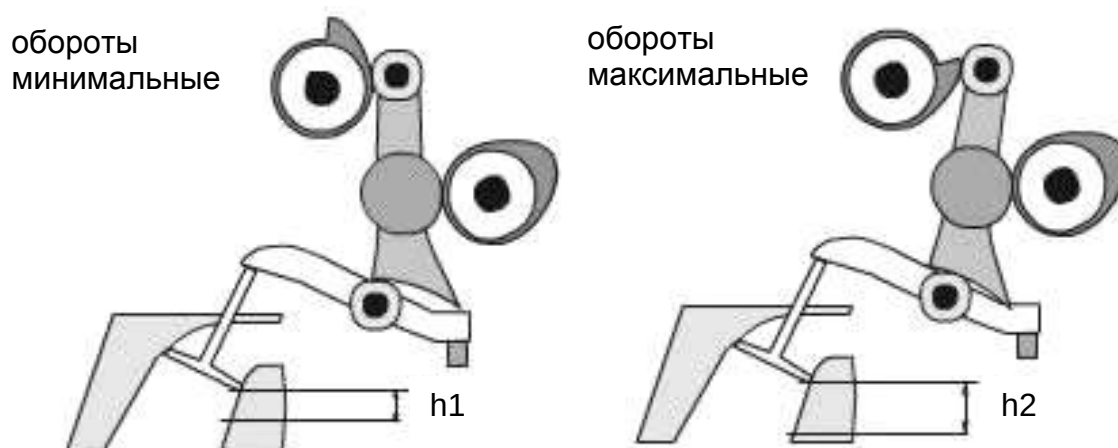


Рис. 2. Система Valvetronic. Величина открытия клапана зависит от частоты вращения коленчатого вала

Снижение массы автомобилей

Большое влияние на расход топлива оказывает масса автомобиля. Если говорить прямо, то с увеличением массы на 100 кг расход топлива увеличивается на 0,3–0,7/100 км и наоборот. Пластиковый капот, крылья, крышка багажника и другие ненагруженные элементы кузова стали неотъемлемой частью спортивных и не только машин.

Снижению массы способствует применение легких материалов, таких как алюминий и магний. Но эти материалы тяжело поддаются

сварке. Более 20 лет в этом направлении работают немецкие инженеры из концерна Audi, развивая технологию Audi Space Frame (ASF). По ней часть деталей кузова делается из литого и прессованного алюминия. Сейчас производят 4 модели по данной технологии – родстер и купе TT, суперкар R8 и флагманский седан A8.

Так кузов TT состоит из алюминиевого и стального профиля и литых частей, весит 206 кг, что на 100 кг легче стального аналога. Имея разгон до 100 км/ч 7,5 с, купе потребляет 5,3 л бензина на сотню. Немцам удалось решить проблему коррозии на стыке стали и алюминия введением специального склеивающего вещества. Дополнительным преимуществом кузова, сделанного по технологии ASF является в полтора-два раза большая жесткость на кручение и снижение вибраций на кузове.

Снижение веса автомобилей ведется по нескольким направлениям. В частности, это оптимизация структуры (изготовление некоторых деталей коробки передач из алюминия, оптимизация расположения проводки) и применение легких композитных материалов. Предполагают, что будущее за композитными материалами. Разработки в этом направлении ведут Audi, Mercedes и BMW. Углепластиковый капот BMW M3 весит всего 5 кг. Но композиты нетехнологичны и дороги в производстве, а углепластиковые тормоза, кроме того, хорошо работают только с определенной температуры.

Кроме сидений из данного материала можно изготавливать масляные поддоны, поперечные балки, впускные коллекторы, воздухозаборники и опоры двигателя.

Магний в несколько раз легче стали. Mercedes применяет его в качестве материала для каркаса сидений и механизма креплений ремней безопасности. Снижения массы добиваются применением магния в качестве материала для крышек головок блока цилиндров (GM, Ford, BMW, Mercedes, Honda, Isuzu и Daihatsu).

Водород в качестве топлива

Водородный автомобиль – это автомобиль с нулевыми вредными выбросами. Побочным эффектом реакции водорода и кислорода является вода. Об этом подробнее.

На автомобиль устанавливают баллоны с водородом, который поступает в топливную ячейку. Здесь он соединяется с кислородом из воздуха, в результате происходит круговое движения электрический тока, и каждая топливная ячейка выделяет 0,7 В электроэнергии. Поэтому для получения энергии, необходимой для движения автомобиля укладывают сотни топливных ячеек. Водородный топливный элемент имеет высокий КПД (более 45%), что улучшает экономичность. Главное преимущество водородного топлива – водород является самым распространённым элементом на Земле и встречается повсюду. Но проблема в том, что водород присутствует в виде соединений, из которых его надо извлечь. Например, на химическом заводе в Германии водород получают из природного газа, который поставляют из России.



Рис. 3. BMW Hydrogen 7 на водородной заправочной станции

Разработкой автомобилей на топливных элементах занимаются Ford, Honda, Hyundai, Nissan, Toyota, Volkswagen, General Motors. Больше других преуспели BMW с моделью Hydrogen 7 и Mazda (RX-8 hydrogen).

Существуют экзотические проекты, наподобие двигателя непрерывного сгорания, в котором в отличие от обычного ДВС горение топлива ведется непрерывно. Основу двигателя составляет роторная пластинчатая машина специальной конструкции. Авторы идеи заявляют о меньшем весе двигателя, его упрощении, снижении уровня шума, вибраций и вредных выбросов, а также уменьшении потерь в глушителе. Уже подана заявка на патент.

Меры, не касающиеся конструкции автомобиля

Помимо производства алюминиевых кузовов, немцы из Audi предложили систему отслеживания светофоров. Суть состоит в том, что компьютер в автомобиле посредством интернет-соединения общается с центром управления светофорами и задолго до подъезда к светофору сообщает оставшееся время до включения зеленого сигнала. Если же автомобиль уже стоит перед красным сигналом светофора, то электроника выведет на дисплей информацию о том, через какое время включится зеленый сигнал светофора, а за 5 секунд до этого система Start/Stop вновь запустит двигатель. Обещают снижение выбросов и расхода топлива на 15% [3].

Похожую систему в апреле этого года начали тестировать инженеры из Honda. Но их система требует развития дополнительной инфраструктуры в виде маячков, установленных вдоль дорог. Использование таких систем снизит величину заторов на перекрестках и сэкономит огромное количество топлива.

С 2009 г. владельцы транспортных компаний в ЕС обязаны систематически проводить обучение водителей грузовиков методам и

приёмам экономичной и безопасной езды. По этой причине концерн Volvo проводит обучение водителей экономичному вождению в Европе и России. В курс входит обучение экономичной езде с электронно-управляемыми КП I-Shift и адаптивным круиз-контролем.



Рис. 4. Система Audi Travolution выводит на экран рекомендуемую скорость

Заключение

В будущем, скорее всего, с увеличением мирового автомобильного парка найдут своё применение многие разработки, которые сейчас либо мало используются, либо не используются вообще.

1. Развитие технологии SKYACTIV позволит значительно снизить потребление топлива на бензиновых автомобилях.
2. Многочисленные прототипы двигателей с изменяемой степенью сжатия станут серийным двигателем, если один из ведущих автоконцернов разработает пригодную для производства и эксплуатации модель.
3. Технология по снижению массы автомобиля от Audi получит наибольшее распространение путем применения новых высокопрочных и сверхлегких материалов.
4. Система отслеживания режима работы светофоров Audi, получающая информацию через Интернет получит большее развитие, чем аналогичная система компании Honda, требующая развития дорожной инфраструктуры.

Список литературы

1. Двигатели Skyactiv: раскрытые резервы // ZR.ru: электронный журнал. 2011. 03 авг. URL: http://www.zr.ru/content/articles/342743-dvigateli_skyactiv_raskrytyje_rezervy/ (дата обращения: 12/05/2015).
2. Автопроизводители считают лишние литры // Izvestia.Ru: интернет-изд. 2014. 4 апр. URL: <http://izvestia.ru/news/568614> (дата обращения: 12.05.2015).
3. Audi подключает светофоры к автомобилям // CNews.ru: Интернет-портал. 2014. 20 мар. URL: <http://auto.cnews.ru/news/byid/565141> (дата обращения: 12.04.2014).
4. Volvo соединила систему рекуперации с маховиком // Quto.ru: Интернет-портал. 2013. 26 апр. URL: <http://quto.ru/journal/carmakers/38563/> (дата обращения: 20.04.2014).
5. Особенности и детали Volkswagen Passat CC // Quto.ru: Интернет-портал. 2013. 25 июн. URL: www.quto.ru/Volkswagen/PassatCC/If/sedan4d/features/8704 (дата обращения: 25.04.2014).
6. Audi тестирует электрическую турбину! // URL[^] <http://www.mihelson.tv>: еженед. автоблог. 2012. 22 сент. URL: http://www.mihelson.tv/post/Audi_testiruet_elektricheskuyu_turbinu_ (дата обращения: 12/05/2015).

References

1. Sachkov M. I. Electronny zhurnal “Za rulem”, 2011, available at: http://www.zr.ru/content/articles/342743-dvigateli_skyactiv_raskrytyje_rezervy/
2. Aleeva S.P. Internet-izd. Izvestia.Ru, 2014, available at: <http://izvestia.ru/news/568614>
3. Jurtajkin S.L. Internet-portal CNews.ru, 2014, available at: <http://auto.cnews.ru/news/byid/565141>

4. Petrov I.A. Internet-portal Quto.ru, 2013, available at:
<http://quto.ru/journal/carmakers/38563/>
5. Skripalenko I.I. Internet-portal Quto.ru, 2013, available at:
www.quto.ru/Volkswagen/PassatCC/If/sedan4d/features/8704
6. Mihel'son A.K. Ezhened. avtoblog <http://www.mihelson.tv>, 2012,
available at: [http://www.mihelson.tv/post/Audi_
testiruet_elektricheskuyu_turbinu_](http://www.mihelson.tv/post/Audi_testiruet_elektricheskuyu_turbinu_)