

«Модернизация автомобильного транспорта – стратегия 2020»

К. Л. Гаврилов

Руководитель научно-исследовательских и образовательных программ научно-исследовательского и учебного центра диагностики и технологии ремонта автотранспортных средств, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин иностранного и отечественного производства

Альтернативные топлива для современного автотранспорта.

Газовые топливные системы двигателей внутреннего сгорания
и презентация первого в Российской Федерации проекта
технического регламента по газовым топливным системам ДВС.

Способы снижения загрязнения атмосферы вредными веществами и снижения ее теплового
загрязнения из-за эксплуатации автомобилей, работающих на нефтяном топливе.

Тепловое загрязнение атмосферы и загрязнение атмосферы вредными веществами, истощение мировых запасов нефти и решение этих проблем – переход ДВС на альтернативные топлива

Есть распространенное американское выражение «think outside the box» (думай нестандартно). После последних лет высоких цен на нефть в США стало распространено новое выражение «think outside the barrel» (думай за пределами нефтяного барреля). В нашей стране добыча нефти вышла сейчас на пик, бензиновые цены растут, и наступил хороший момент для того, чтобы начать думать о том, как разделить богатства, полученные от нефтяных доходов между поколениями, а также начать думать за пределами нефтяной трубы (о необходимости вступлении Российской Федерации в эру альтернативных топлив).

Тепловое загрязнение атмосферы, загрязнение атмосферы вредными веществами, и связанное с этим аномальное смещение геомагнитных полюсов Земли, вызывают потребность в увеличении количества ДВС, работающих на альтернативных топливах (не нефтяного происхождения). Земная орбита смещается в течение времени в соответствии с определенными циклами, но сейчас на эти циклы, и, соответственно на смещение земной орбиты, оказывает влияние повышение температуры Земли (вызывающее у нас также и климатические изменения).

Кроме того, вызывает потребность в увеличении количества ДВС работающих на альтернативных топливах, истощение мировых запасов нефти. Чем раньше наша страна начнет переходить на альтернативные топлива, тем больше будет у нашей страны возможностей сформировать свое будущее вне зависимости от причудливой мировой конъюнктуры рынков нефти и газа.

Тепловое загрязнение атмосферы

Тепловое загрязнение атмосферы в основном связано с выбросами в атмосферу углекислого газа (двуокиси углерода – CO_2) в результате сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания. Основная часть солнечной энергии, которая достигает Земли, поглощается и нагревает ее поверхность. Если бы этого не происходило, то средняя температура земной поверхности была примерно минус 18°C . Со временем поглощенное тепло возвращается в космическое пространство, благодаря чему Земля не перегревается. Но когда CO_2 меняет состав атмосферы, то в космос возвращается меньше тепла и Земля начинает перегреваться.

От перегрева атмосферы из-за нарушения теплового баланса между падающим и отраженным солнечным излучением происходит глобальное потепление.

Углекислый газ (CO_2) пропускает к Земле ультракоротковолновое солнечное излучение и не пропускает отраженное от Земли длинноволновое излучение. Кроме того и оксиды азота (NO_x), и парниковые газы обладают таким же свойством.

Также по мере роста температуры уменьшается растворимость углекислого газа в воде (он переходит в атмосферу). Например, при температуре воздуха 0°C растворимость CO_2 в воде составляет $1,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$, а при температуре воздуха $+25^\circ\text{C}$ растворимость CO_2 в воде уже составляет $0,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Известно, что в глубинных слоях морей и океанов сосредоточено в 60 раз большее количество углекислого газа, чем в атмосфере, и основная часть этого растворенного в глубинных слоях углекислого газа также попадет в атмосферу при продолжении глобального ее потепления, а также и в связи со сбросом нагретых промышленно-бытовых вод в водоемы. Кроме того, потепление поверхностных слоев морей и океанов приводит к уменьшению в них количества фитопланктона, а следовательно и к уменьшению рыбных ресурсов.

Удельное количество CO_2 , которое выделяется при сжигании различных видов топлива в расчете на 1 т топлива: каменный уголь 3,2–3,4 кг; мазут 1,9–2,2 кг; дизельное топливо 1,92–2,1 кг; бензин 1,8–1,9 кг; природный газ 1,85–1,95 кг. Оптимальный пока результат достигнут для АТС мощностью 66 кВт, работающем на сжатом природном газе – 116 г/км (при NEDC – европейском ездовом цикле).

Стимулировать снижение выбросов CO_2 призваны: Самообязательство европейских автомобильных производителей (ACEA Self Commitment); Киотский протокол.

Самообязательство европейских автомобильных производителей заключается в обязательстве снизить локальные выбросы CO₂ в выхлопе автомобилей к 2008 году до 140 г/км, что соответствует расходу бензина 5,8 л на 100 км.

В соответствии с Киотским протоколом (1997г.) по снижению парникового эффекта – выбросов парниковых газов, который был ратифицирован 157 странами мира, каждая страна пропорционально своим выбросам CO₂ в атмосферу Земли обязана затратить средства на решение проблемы глобального потепления. В соответствии с Киотским протоколом за норматив выбросов, к сожалению, был взят 1990 г. Следует отметить, что этот протокол действует до конца 2012 года и выполняется пока медленно. Новый протокол с откорректированными нормативами выбросов должен быть подписан в ближайшее время, так как это нужно всем странам мира, причем, несмотря на направленные кем-то атаки хакеров на экологические организации, занимающиеся этой проблемой с целью их дискредитации.

Загрязнение атмосферы вредными веществами

В настоящее время только российский автопарк (более 34 млн. ед.) ежегодно с отработавшими газами выбрасывает 14 млн. т. вредных веществ (СО, СН и др.), что составляет 40% от наших промышленных выбросов в атмосферу. Загрязняют отработавшими газами атмосферу и двигатели внутреннего сгорания дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин. В результате этого в Российской Федерации в среднесрочной перспективе до 2015 года будут наблюдаться следующие тенденции: существенное ухудшение качества жизни в Москве, Санкт-Петербурге, а также и в других городах миллионниках из-за резкого увеличения неблагоприятных экологических факторов; ухудшение здоровья горожан; отток населения в пригороды городов; принятие на государственном уровне действенных мер по контролю над выбросами вредных веществ в атмосферу. Возможно для решения этой проблемы, а также и проблемы теплового загрязнения атмосферы, например, создание межгосударственного органа по экологическому контролю.

Решение проблем теплового загрязнения атмосферы и загрязнения атмосферы вредными веществами — переход ДВС на альтернативные топлива

Во многих странах мира в связи с истощением мировых запасов нефти, достигшим критического предела, загрязнением атмосферы вредными веществами и глобальным потеплением (парниковым эффектом) решается проблема замены нефтяного топлива для двигателей внутреннего сгорания, на альтернативные топлива для ДВС. Возможна замена нефтяного топлива в ДВС на природный газ, причем как в сжатом, так и в сжиженном виде, сжиженный нефтяной газ, биогаз, получаемый из отходов сельскохозяйственного производства или горючих бытовых отходов, смесь

бензина с этиловым спиртом, диметиловый эфир, рапсовое масло. Возможно применение в качестве топлива для ДВС водорода.

Следует отметить, что пока нет однозначного ответа на вопрос, какое из всех альтернативных топлив самое лучшее и какие альтернативные топлива будут использоваться завтра.

Диметиловый эфир. Альтернативным, но пока не перспективным топливом для дизельных ДВС является диметиловый эфир. Он производится из природного газа, из которого сначала получают метанол, а затем диметиловый эфир. ДМЭ имеет свойства аналогичные свойствам дизельного топлива.

Работа дизельного двигателя внутреннего сгорания на ДМЭ обеспечивает снижение содержания в отработавших газах: СН в 3 раза; СО в 5 раз; NO_x в 2,5 раза. В состав двухтопливной системы, работающей на дизтопливе либо на диметиловом эфире, который впрыскивается в камеры сгорания под давлением примерно 10-15 кгс/см² входят почти те же элементы, что и в состав ГТС, работающей на сжиженном нефтяном газе.

В качестве заменителя дизтоплива диметиловый эфир пока не совсем подходит, так как при работе дизельного ДВС на нем, помимо необходимости увеличения примерно в 1,6 раза цикловой подачи ДМЭ (по сравнению с дизтопливом) на всех режимах работы ДВС, наблюдается неустойчивая работа двигателя при изменении его температурного режима и при резком изменении нагрузки. Кроме того, необходимо использовать противозадирные присадки в связи с возможностью заклинивания топливopодкачивающего насоса и плунжерных пар ТНВД из-за низких смазывающих свойств ДМЭ.

Биотопливо. Перспективным альтернативным топливом для ДВС является биотопливо. Недостатком его является некоторое загрязнение атмосферы при его производстве. Необходимо отметить, что наиболее значительными продуктами биотоплива являются биоэтанол – жидкое спиртовое топливо (безводный спирт) и биодизель – эфиры растительных масел или животных жиров, получаемых в результате химической реакции масла или жира с метанолом.

Это, во-первых, биоэтанол (безводный спирт). Он производится из биомассы или из биологически разлагаемых компонентов (пшеницы и других злаков, картофеля, маниоки, сахарной свеклы, сахарного тростника, кукурузы) и используется в качестве биотоплива.

В ДВС со специально измененной конструкцией возможно использование топлива E85, которое содержит 85% биоэтанола и 15% бензина. Например, в Бразилии потребовались десятилетия, пока сочетания высоких цен на бензин и появление ДВС со специально измененной конструкцией, не привели к повседневному потреблению этанола. Следует также отметить, что, например, в Швеции каждая топливозаправочная станция, которая продает более 4 млн. литров бензина в год, обязана иметь колонку для топлива E85, а водители АТС, работающих на таком топливе, бесплатно въезжают в центр Стокгольма и не платят за парковку, причем снижены и ежегодные налоги на такие АТС.

ГОСТ Р 51866-2002 (национальный стандарт, соответствующий европейской нормали EN-228) предусматривает возможность применения в топливе для ДВС до 5% биоэтанола. Такое топливо является аналогом топлива «Газохол», которое, например, в США составляет примерно 1/3 от общего объема потребляемого топлива. Перспективно для Российской Федерации использование для ДВС топлива E10, состоящего из 90% бензина и 10% биоэтанола. Его октановое число (детонационная стойкость) повышается на 10 единиц и на 13% снижается токсичность отработавших газов, уменьшается накопление углекислого газа в атмосфере (тепловое загрязнение атмосферы от CO₂), причем для этого не нужно изменения конструкции ДВС.

При использовании биоэтанола в составе моторного топлива недостатками являются: фазовая нестабильность бензина в смеси с биоэтанолом (возможность расслаивания при хранении); его отрицательное воздействие на резинотехнические изделия и металлические элементы в системах топливоснабжения. Для устранения этих недостатков в моторное топливо добавляют антикоррозионные присадки (ингибиторы коррозии), стабилизаторы, моющие и другие присадки. Кроме того, недостатком использования биоэтанола в составе моторного топлива, является то, что топливная экономичность, например, топлива E85 примерно на 20% ниже, чем у дизельного моторного топлива.

Необходимо отметить, что во всех развитых зарубежных странах разработка ДВС, работающего на биоэтаноле и трансмиссий для него с высоким КПД (вариаторных и др.) является одним из главных направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также в мире увеличивается производство биоэтанола.

Это, во-вторых, биогаз, который может получаться из горючих бытовых отходов. Сжигание генераторного газа (биогаза из горючих бытовых отходов) в смеси с воздухом происходит в цилиндрах ДВС работающих на этом биогазе. Следует отметить, что в отличие от метана, вырабатываемый газогенераторным агрегатом биогаз, имеет теплотворную способность ниже, чем у метана, поэтому конструкция ДВС, работающего на нем имеет специальную форму камер сгорания.

Например, для ДВС мощностью 120 л.с., объемом 1,5 л при городском цикле движения расход топливных брикетов (гранул) из горючих бытовых отходов составляет примерно 16 кг на 100 км пробега.

Это, в-третьих, биогаз, который может получаться из биомассы или из биоразлагаемых отходов. Они могут быть очищены до уровня природного газа и использоваться в качестве топлива для ДВС. Из 1 т навоза при использовании процесса анаэробного сбраживания получается 50 м³ биогаза с содержанием метана 60%, из 1 т растительного сырья — 150-500 м³ биогаза с содержанием метана до 70%, из 1 т животного жира получается до 1300 м³ биогаза с содержанием метана до 80%. Кроме того, полученная после выработки биогаза перебродившая смесь при ее использовании на полях, лучше других органических удобрений (перегноя, торфа).

При сбраживании органических веществ в исходном сырье, которое находится в емкостях, под действием бактерий происходит получение метана (CH₄) и углекислого газа (CO₂). Следует

отметить, что сначала в промежуточные хранилища (резервуары) поступает растительное сырье (пищевые отходы, листва или другие растительные отходы), которое затем смешивается с сухим веществом — навозом. Затем эта смесь поступает из промежуточных хранилищ (резервуаров) в резервуары для брожения (ферментаторы), куда также добавляются и бактерии. Время полного цикла выработки биогаза в ферментаторе (после одной загрузки) составляет примерно 30 дней. Перебродившая смесь возвращается в поле для сельскохозяйственного использования.

В качестве моторного топлива обычно используется биометан. Он получается путем промывки биогаза через жидкие поглотители (например, воду с адсорбентами), в результате чего содержание метана увеличивается до 98%.

Это, в-четвертых, дизельное биотопливо — рапсовое масло. В качестве биодизеля может использоваться топливо из рапса (84% от биодизельного топлива в странах ЕЭС), из подсолнечника (13%), из сои (1%), из пальмового масла (1%). Следует отметить, что, например, с 1 га посевов рапса возможно собрать 4 т рапса. Пока его стоимость, даже с учетом возможности реализации в сельскохозяйственном производстве побочных продуктов его переработки, примерно соответствует стоимости дизтоплива.

Необходимо для работы на нем дооборудовать элементами этой системы топливоснабжения дизельный ДВС, включая дооборудование двигателя блоком подогрева рапсового масла, и ультразвуковым генератором для удаления из рапсового масла глицерина, а также дополнительным топливоподкачивающим насосом. Запускать и останавливать ДВС следует только при его работе на дизельном топливе. В связи с более высокой вязкостью рапсового масла по сравнению с дизельным топливом его необходимо предварительно подогревать перед подачей в ТНВД до температуры примерно 60°C. Для эффективной работы ДВС на рапсовом масле оптимальны ТНВД рядного типа. Имеются также проблемы, связанные с необходимостью удаления рапсового масла, которое попадает через цилиндро-поршневую группу в картер ДВС.

Следует отметить, что по заказу ООО «ТехЭкспресс» г. Москвы автор еще в 2006 году успешно разработал проект по рапсовым технологиям, но считает, что биодизель не перспективен. Автор также считает, что нельзя согласиться с теми доводами, что рапс улучшает почву, являясь отличной культурой для севооборота с пшеницей, так как известно, что несколько лет назад в Крыму по «указанию сверху» производилось выращивание рапса, причем урожайность его постепенно уменьшалась, а по завершению севооборота, эта земля отличалась низкой плодородностью.

Для развития рынка биотоплива в России необходимо совершенствование законодательства, а именно, нужен закон «О биотопливе», а также изменения в законе «Об обороте этилового спирта», причем в нем должно быть указано понятие «топливный этанол» и налоговые льготы для его производителей. Необходимо отметить, что существенной проблемой, ухудшающей развитие внутреннего рынка биоэтанола, является существующий в нашей стране налог (акциз) на этанол в любом виде (в отличие от зарубежных стран). В целях избежания «теневого» использования биоэтанола, целесообразно лицензировать его производство только на специальных заводах, где

имеются только 2 колонных дистиллятора вместо 5 (используемых для производства товарного пищевого спирта) и с объемом продукции, например, от 25 тыс. дал в сутки, что упрощает контроль за отгрузкой готовой продукции. Следует также отметить, что сейчас в Российской Федерации имеется много неиспользуемой пашни, причем не в поясе «вечнозеленых помидор», а в Нечерноземье и даже в Черноземье. У нас в Нечерноземье и в Черноземье не используется примерно 20 млн. гектаров продуктивной пашни и их освоение позволит поднять производство зерна на 20 млн. тонн, что достаточно для производства 7 млн. тонн биоэтанола.

Водород. Перспективным альтернативным топливом для ДВС примерно к 2020 г. может стать водород.

Это, во-первых, водород, используемый в виде жидкости. Она может храниться на АТС в криогенных емкостях (в сжиженном состоянии). При сжижении объем водорода уменьшается в 60 раз, что эквивалентно сжатию его до давления 60 МПа. Жидкий водород находится в емкости под давлением примерно 6 кгс/см² и эквивалентен газообразному, сжатому до 60 МПа. Криогенные емкости, обычно представляют собой баки, вставленные один в другой, причем между которыми находится вакуум, а также имеется и порошковая изоляция. Водород во внутреннем баке находится в сжиженном охлажденном примерно до — 160°С состоянии. Суточная испаряемость сжиженного водородного топлива составляет примерно 3% от объема хранимого в баке топлива. С течением времени часть расширившегося водорода может поступать либо в ДВС, либо через соответствующий клапан стравливаться в атмосферу.

Имеются ДВС, в которых жидкий водород может сжигаться аналогично сжатому природному газу, причем при этом в атмосферу поступает безвредный водяной пар.

Для заправки автотранспортного средства жидким водородом необходимо создание криогенных заправочных станций.

Недостатком является то, что при насыщении металлических деталей ДВС водородом они становятся хрупкими. Кроме того, недостатком является и то, что смесь газообразного водорода с кислородом воздуха в широком диапазоне концентраций образует взрывоопасный гремучий газ, поэтому требуется полная герметизация системы топливоподачи, а также следует для сброса избыточного давления в баке и исключения утечек водорода при его заправке применять системы с каталитическими дожигателями.

Также имеются двигатели Стирлинга, которые могут работать на водородном топливе, но разработки их пока не завершены.

Следует отметить, что СО₂ при работе ДВС, работающих на жидком водороде, не образуется.

Это, во-вторых, электромобили с топливными элементами, в которых используется водород. Это топливные элементы, в которых водород не сгорает, а разлагается внутри на разноименно заряженные ионы и электроны. Направленное движение электронов при этом образует электрический ток, который обеспечивает электропитание бортовой энергетической установки электромобиля. Одновременно с этим при работе электромобиля с топливными элементами ионы

водорода объединяются с кислородом, который в составе воздуха поступает внутрь топливных элементов и при этом образуется безвредный «выхлоп» — водяной пар. Топливные элементы собираются в пакеты. В топливных элементах используются в качестве катализатора платиновые металлы, а фторированные пленки — в качестве мембраны. Топливные элементы пока имеют высокую стоимость в связи с использованием в них платиновых металлов. Также они пока имеют короткий срок службы.

Следует отметить, что CO_2 при работе таких топливных элементов не образуется.

Пока существуют только два распространенных, но энергоемких способа получения водорода. Это электролиз воды с разделением на водород и кислород, и конверсия природного газа в присутствии CO_2 с получением $\text{CO} + 2\text{H}_2$.

Необходимо отметить, что во многих развитых зарубежных странах разработка электромобилей с топливными элементами, в которых используется водород, является направлением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Сланцевый газ, компримированный (сжатый) и сжиженный природный газ, сжиженный нефтяной газ. Сланцевый газ добывается из сланцевых пород, запасы которых в Российской Федерации и за рубежом огромны. При добыче этого газа сначала выполняется бурение наклонных (почти вертикальных) скважин в породе, через которые производятся микровзрывы, а при этом через пробуренные скважины добывается сланцевый газ. Он пригоден для работы ДВС и используется пока в США.

Сжатый или сжиженный природный газ. Перспективным альтернативным топливом для ДВС является сейчас, а также останется и в будущем компримированный, причем особенно сжиженный природный газ.

Надежность поставок природного газа на автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) обеспечивается его большими запасами в Российской Федерации (в отличие от пропана – основного компонента сжиженного газа, являющегося побочным продуктом переработки нефти). Надежность поставок природного газа обеспечивается надежным способом его доставки – по системе магистральных газопроводов. Сжатые газы хранят в газовых баллонах, рассчитанных на рабочее давление 19,6 МПа (200 атм).

Необходимо отметить, что природный газ (CNG-Compressed Natural Gas – сжатый природный газ) может сжижаться с применением специальных установок при температурах от – 162°C, становясь сжиженным природным газом (LNG-Liquefied Natural Gas – сжиженный природный газ). При сжижении объем природного газа уменьшается в 60 раз, что эквивалентно сжатию его до давления 60 МПа. Жидкий природный газ находится в емкости под давлением примерно 6 кгс/см² и эквивалентен газообразному, сжатому до 60 МПа. Криогенные емкости, обычно представляют собой баки, вставленные один в другой, причем между которыми находится вакуум, а также имеется и порошковая изоляция. Сжиженный природный газ во внутреннем баке находится в сжиженном охлажденном примерно до — 162°C состоянии.

Сегодня из вышеописанных альтернативных топлив только природный газ (сжатый и сжиженный) и пока еще сжиженный нефтяной газ являются наиболее подготовленными топливами для использования в двигателях внутреннего сгорания в Российской Федерации. Следует отметить, что добыча попутного нефтяного газа, а затем получение из него сжиженного нефтяного газа при повышении давления газа до 0,8–1,6 МПа, примерно в 6 раз менее выгодно, чем добыча сжатого природного газа.

Природный газ состоит из метана CH_4 (от 82% до 98%) с примесями этана C_2H_6 (до 6%), пропана C_3H_8 (до 1,5%) и бутана C_4H_{10} (до 1%). В эту смесь при добыче газа добавляют незначительную долю вещества одоранта (меркаптанов) для придания запаха (для повышения безопасности). Расход CNG в отличие от LPG измеряется не в литрах, а в наполнительных метрах Hm^3 или в m^3 . ГТС, работающие на сжатом газе могут быть как со смесителем, так и с форсунками.

Свойства метана и других видов топлива для ДВС представлены в табл.1. В табл.2. представлены сравнительные характеристики работы ДВС легкового автомобиля марки BMW на бензине и на сжатом природном газе (метане).

Таблица 1

Характеристики топлива для двигателей внутреннего сгорания

Характеристика	Единица измерения	Дизельное топливо	Бензин	Метан
1	2	3	4	5
агрегатное состояние	–	жидкость	жидкость	газ
плотность	кг/л, кг/м ³	0,81 – 0,85	0,72 – 0,78	0,68 – 0,72
взрывоопасность	% в воздухе на ед.объема	0,6 – 0,65	0,6	5 – 15
октановое число (R.O.N.)	–	–	90,98	130
1	2	3	4	5
Теплотворная способность	кДж/кг	40600	42690	38000
температура самовозгорания	°С	220	257	650
способ обнаружения	–	визуальный	визуальный	по запаху (течеискателем)
стехиометрическая смесь	кг/кг	14,05	14,07	17,02

Характеристики работы двигателя внутреннего сгорания
на бензине и сжатом природном газе

Работа ДВС на бензине					Работа ДВС на сжатом газе (метане)				
RPM об/мин	Мощн., кВт	Ско- рость, км/ч			RPM, об/мин	Мощн., кВт	Ско- рость, км/ч		
800	0	0			800	0	0		
1480	11,06	47,3			1460	14,15	46,8		
2580	17,98	82,4			2460	23,41	79,1		
3510	24,29	112,1			3540	31,24	110,6		
4540	33,11	145,1			4480	42,36	143,2		
5000	48,35	160,3			5020	50,72	160,8		

Перевод ДВС на газовое топливо (сжатый природный газ) заключается в дополнительной установке газовой топливной аппаратуры и обычно не требует конструктивной переделки двигателя.

Преимущества ГТС, работающих на сжатом природном газе:

- стоимость 1 м³ газа (энергетического эквивалента 1 литра бензина) составляет не более 50% от стоимости 1 литра бензина. Эта разница гарантирована потребителям постановлением Правительства Российской Федерации № 31 от 15.01.93 г. Для ДВС легкового автомобиля при примерном расходе бензина, составляющим 10 литров на 100 км (при езде в городе) расход газового топлива на 100 км (при езде в городе) составляет примерно 14 м³;
- по своим физико-химическим свойствам природный газ менее опасен, чем пропан. Предел воспламенения (процент содержания метана в смеси с воздухом, при котором возможно воспламенение смеси) у метана составляет 5 %, а у пропана – основного компонента сжиженного газа – 2,4%. Плотность метана 0,7 кг/м³, он легче воздуха (обладает большой летучестью) и не накапливается в помещениях как пропан, который тяжелее в 1,8 раза воздуха;
- по воздействию на окружающую среду СПГ предпочтительнее других видов топлива. Оказывает слабое влияние на разрушение озонового слоя. Так, более 700 тыс. автотранспортных средств в США работают на сжатом природном газе. При работе ДВС по газодизельному циклу примерно в 4 раза уменьшается выброс твердых частиц. По выбросам вредных веществ в атмосферу при использовании метана в качестве топлива, метан уступает только электроэнергии;
- при работе ДВС на газовом топливе, не происходит «смывания» масляной пленки со стенок блока цилиндров, а также не ухудшаются свойства масла, срок службы которого за счет работы ДВС на газовом топливе увеличивается;
- газоздушная горючая смесь однородна и не содержит серу и твердые частицы, которые могут вступить в реакцию с маслом во время сгорания горючей смеси. Поэтому при работе ДВС на

газовом топливе не происходит образования отложений углерода на головке блока цилиндров и закоксовывания поршневых колец, из-за которого происходит изнашивание элементов ДВС;

- наличие высокого октанового числа сжатого газа (примерно 110) позволяет применять высокую степень сжатия в ДВС (примерно 11-13), что компенсирует снижение на 10% теплотворной способности газозвушной смеси;
- газ легко смешивается с воздухом и равномерно наполняет цилиндры ДВС однородной смесью и вследствие этого двигатель внутреннего сгорания работает ровнее;
- газ не содержит серы, которая способствует возникновению дефектов ДВС и каталитического нейтрализатора;
- надежность поставок природного газа на АГНКС обеспечивается его большими запасами в Российской Федерации (в отличие от пропана – основного компонента сжиженного газа, являющегося побочным продуктом переработки нефти) и надежным способом его доставки – по системе магистральных газопроводов.

Кроме преимуществ, ГТС, работающие на сжатом природном газе, имеют и недостатки:

- внешнее смесеобразование (в конструкции без использования форсунок) при работе ДВС на газовом топливе из-за резонансов во впускной системе и расслоения газозвушной смеси может вызывать неравномерность работы ДВС;
- вследствие более высокой температуры воспламенения газового топлива и меньшей скорости распространения фронта пламени (скорости сгорания) усложняется пуск холодного ДВС зимой;
- в случае разрегулирования ДВС или нарушения герметичности соединений (просачивания через них газа), особенно при наличии системы непосредственного зажигания, в которой применяется метод запала одновременно двух свечей зажигания (например, в конце такта сжатия в цилиндре 3 имеющаяся в то же время искра в цилиндре 2 появляется в такте выпуска), в ГТС могут возникать обратные вспышки (внешним проявлением которых являются хлопки). Обратные вспышки нейтрализуются с помощью обратных клапанов, применяемых в конструкции ГТС;
- ухудшаются динамические характеристики АТС (приемистость);
- в зависимости от количества баллонов со сжатым газом масса легкового автомобиля увеличивается на 80-100 кг, а грузового – на 400-900 кг. При этом соответственно снижается грузоподъемность автомобиля и возрастает расход топлива. При применении баллонов из композитных материалов влияние этого недостатка уменьшается;
- возрастает трудоемкость технического обслуживания и ремонта ДВС. Работа ДВС на газовом топливе сказывается на техническом состоянии клапанов. Это происходит в связи с более высокой температурой отработавших газов при работе ДВС на газовом топливе и отсутствия охлаждающего эффекта паров бензина. В ДВС с турбонаддувом работа ДВС на газовом топливе менее

сказывается на техническом состоянии клапанов. В газодизельных системах температурное воздействие на клапаны также меньше.

Основные мероприятия, необходимые в Российской Федерации для ускорения перевода АТС на газомоторное топливо – сжатый или сжиженный природный газ.

–Необходим в Российской Федерации специальный технический регламент, устанавливающий основные требования к устройству, монтажу и безопасности ГТС.

–Следует обеспечить широкую сеть заправок сжатым и сжиженным природным газом и приоритетное обеспечение этими топливами рынка Российской Федерации.

–Необходимо наличие на рынке только газового топлива высокого качества. Порядок прохождения обязательной сертификации сжатого природного, сжиженного природного и сжиженного нефтяного газа конкретизирован Постановлением Госстандарта РФ от 21.08.2000 г. №60 «Правила проведения сертификации газа». Согласно этому документу, при обязательной сертификации проверяется соответствие сертифицируемой продукции всем показателям качества, приведенным в ГОСТ на данный продукт.

–Необходимо решение всех вопросов, возникающих при переводе АТС на работу на сжатом или сжиженном природном газе. В настоящее время для Российской Федерации наиболее целесообразен перевод двигателей внутреннего сгорания на альтернативный вид топлива — сжатый природный газ (компримированный природный газ). Это дешевый вид топлива, причем он дешевле, например, бензина примерно в 3,5 раза. Учитывая то, что 1 м³ сжатого природного газа примерно эквивалентен 1 л высокооктанового бензина, ежегодная экономия при применении в качестве топлива для ДВС АТС сжатого природного газа составит примерно от 10 до 40 тыс. руб. при пробеге АТС от 30 до 40 тыс. км в год.

Запасы природного газа в Российской Федерации составляют примерно 35% от мировых запасов. Общие запасы, например, метана в угольных пластах Воркутинского, Кузбасского и Кузнецкого месторождений составляют 65 трлн. м³.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.01.1993 г. №31 владельцы АГНКС могут устанавливать предельную отпускную цену на КПП на уровне 50% от стоимости бензина А-76 (А-80). Это означает, что отпускную цену на КПП этим постановлением разрешено устанавливать ниже 50% от стоимости бензина А-76 (А-80).

Помимо автомобилей, переоборудованных для работы на газовом моторном топливе, также перспективны автомобили, специально предназначенные для работы только на сжатом природном газе, например, Volkswagen Passat Highline TSI Eco Fuel (CNG), Volkswagen Touran Highline TSI Eco Fuel (CNG), Opel Zafira Turbo (CNG) и другие. Расход сжатого природного газа, например, у автомобиля Opel Zafira Turbo составляет 5,8 м³ на 100 км.

Для обеспечения работы дизельного ДВС только на сжатом природном газе необходимо дооборудование двигателя газовой топливной системой и искровым зажиганием, а также целесообразна конструктивная доработка его камер сгорания.

Переход на газовое топливо (сжатый природный газ) требует: доработки конструкций газовых топливных систем, включая решение проблем размещения газовых баллонов на АТС и сельскохозяйственных машинах и снижения длины трубопроводов высокого давления (с давлением примерно до 200 бар) за счет изменения размещения элементов ГТС; защиты газовых баллонов с помощью специальных «капсул» (от возможных механических воздействий при аварии АТС); создания систем диагностики; решение проблем выплаты премий за эксплуатацию АТС или машины с ГТС. Необходимо оснащение ГТС термохимическими датчиками (работа которых основана на принципе каталитического окисления) с блоком звуковой индикации для контроля возможных утечек газа. Для оптимальной работы ДВС, например, только на сжатом природном газе целесообразна конструктивная доработка его камер сгорания и наличие турбонаддува.

Газодизельные системы. Для обеспечения работы дизельного ДВС и на сжатом природном газе необходимо дооборудование его газодизельной системой. При работе дизельного ДВС по газодизельному циклу вначале подается газовое топливо, а в конце такта сжатия впрыскивается запальная доза дизельного топлива. Например, для грузового автомобиля КамАЗ при его работе только на дизтопливе его расход на 100 км составляет 28 л, а при его работе в газодизельном режиме расходуется 7 л дизтоплива и 30 м³ сжатого природного газа.

Сжиженный нефтяной газ. Сжиженные газы (LPG), которые применяются в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), представляют собой смесь газов пропана и бутана. Эти газы получают из газов, выходящих из буровых скважин, в процессе добычи нефти, а также из газообразных фракций, образуемых при различных видах переработки нефти (т.е. являются побочными продуктами добычи и переработки нефти). Газы пропан и бутан при относительно небольшом давлении переходят в легкоиспаряющуюся жидкость. В табл. 3 представлены для сравнения характеристики основных видов топлива.

Таблица 3.

Характеристики основных видов топлива

Характеристика	Пропан	Бутан	Бензин
Плотность при 15°C, кг/л	0,508	0,584	0,73–0,78
Давление пара при 37,8°C, бар	12,1	2,6	0,5–0,9
Точка кипения, °C	43	50	30
Октановое число по исследовательскому методу R.O.N.	111	103	96–98
Октановое число по моторному методу M.O.N.	97	89	85–87
Минимальная теплотворная способность, МДж/л	23,4	26,5	32,3
Теплотворная способность стехиометрич. смеси, КДж/м ³	3414	3446	3482

Сжиженные газы хранят в газовых баллонах, рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа (16 атм). При работе газовой топливной системы (ГТС) при температуре окружающей среды в

диапазоне от -45°C до $+45^{\circ}\text{C}$ давление в баллоне находится в пределах от 0,2 до 1,6 МПа (в зависимости от количества газа).

В соответствии с ГОСТ 20448–80 (национальным стандартом), в Российской Федерации вырабатываются сжиженные газы двух марок. Это смесь пропана и бутана техническая зимняя (СПБТЗ) и смесь пропана и бутана техническая летняя (СПБТЛ). Смесь пропана и бутана техническая зимняя должна содержать 75% пропана, 20% бутана, 4% метана и до 1% одоранта (вещества, придающего смеси запах). Смесь пропана и бутана техническая летняя должна содержать 34% пропана, 59% бутана, 6% метана и до 1% одоранта. Различный состав смесей связан с тем, что в условиях холодного климата необходимо обеспечить переход сжиженного нефтяного газа в газообразное состояние. Октановое число газового топлива составляет 85–100 единиц. Несоответствующий состав газового топлива затрудняет пуск ДВС, а кроме того, при работе ДВС на несоответствующем составе газового топлива наблюдается самопроизвольное изменение частоты вращения коленчатого вала.

Перевод ДВС на газовое топливо (сжиженный нефтяной газ) состоит в установке дополнительной газовой топливной аппаратуры и обычно не требует конструктивной переделки двигателя.

Преимущества ГТС, работающих на сжиженном нефтяном газе:

- стоимость 1 м^3 газа (энергетического эквивалента 1 литра бензина) составляет не более 50% стоимости 1 литра бензина. Эта разница гарантирована потребителям постановлением Правительства Российской Федерации № 31 от 15.01.93 г. Для ДВС легкового автомобиля при среднем расходе бензина 10 л на 100 км (при езде в городе) расход газового топлива на 100 км (при езде в городе) составляет примерно 13 л;
- по воздействию на окружающую среду газовое топливо предпочтительнее других видов топлива. Содержание вредных примесей в отработавших газах ДВС при использовании различных видов топлива показано на рис. 1.1;
- при работе ДВС на газовом топливе не происходит «смыывания» масляной пленки со стенок цилиндров блока, а также не ухудшаются свойства масла, время работы которого за счет этого увеличивается;
- газоздушная смесь однородна, не содержит примесей и твердых частиц, которые могут вступить в реакцию с маслом во время сгорания смеси. Поэтому при работе ДВС на газовом топливе не происходит образования отложений углерода на головке блока цилиндров и закоксовывания поршневых колец, из-за которого происходит изнашивание элементов ДВС;
- газ легко смешивается с воздухом и равномерно наполняет цилиндры ДВС однородной смесью, и вследствие этого двигатель внутреннего сгорания работает ровнее;
- газ не содержит серы, которая способствует возникновению дефектов ДВС и каталитического нейтрализатора.

Наряду с преимуществами, работа ГТС на сжиженном нефтяном газе имеет и недостатки:

- затраты на получение СНГ (сжиженного нефтяного газа) в 6 раз выше, чем на получение СПГ (сжатого природного газа);
- сжиженный нефтяной газ тяжелее воздуха примерно в 2 раза (в отличие от сжатого газа, который легче воздуха примерно в 1,6 раза) и при возможной утечке может скапливаться в помещениях, образуя с воздухом взрывоопасную смесь. Кроме того, в отличие от сжатого природного газа, сжиженный газ более взрывоопасен, так как нижний предел воспламенения у пропана составляет 2,4%, а у бутана – 1,8%, в отличие от сжатого природного газа, нижний предел воспламенения которого составляет 5%;
- при нарушении герметичности соединений (просачивании через них газа), причем особенно при использовании систем непосредственного зажигания, в которых применяется метод запала одновременно двух свечей зажигания, в ГТС могут возникать обратные вспышки. Обратные вспышки (внешним проявлением которых являются хлопки) в основном нейтрализуются с помощью обратных клапанов, применяемых в конструкциях ГТС;
- внешнее смесеобразование (только в конструкциях без использования форсунок) при работе ДВС на газовом топливе из-за резонансов во впускной системе и расслоения газозвушной смеси вызывает неравномерность работы ДВС;
- ухудшаются динамические характеристики АТС (приемистость);
- уменьшается мощность ДВС примерно на 4%;
- возрастает трудоемкость технического обслуживания ДВС (необходимо освидетельствование ГТС). СНГ деформирует резину, растворяет краски и поэтому необходимо применение синтетических материалов. Работа ДВС на газовом топливе сказывается на техническом состоянии клапанов, в связи с более высокой температурой отработавших газов и отсутствием охлаждающего эффекта паров бензина. Менее сказывается в ДВС с турбонаддувом;
- необходимо периодически сливать из редуктора маслянистый конденсат;
- вследствие более высокой температуры воспламенения газового топлива и меньшей скорости распространения фронта пламени (скорости сгорания) усложняется пуск холодного ДВС зимой.

Синтетические топлива. Альтернативным топливом для ДВС являются сейчас, а также останутся и в будущем синтетические топлива. Наиболее перспективными из существующих синтетических топлив являются топлива, получаемые по процессу Фишера–Тропша.

Этот процесс состоит из трех стадий. На первой стадии из природного газа или из любого углеродосодержащего сырья (угля, торфа, органических отходов) получают синтез-газ. При этом, например, природный газ окисляется в присутствии катализатора в синтез-газ, содержащий СО и Н₂. На второй стадии при давлении 2,8 МПа и температуре 230°С происходит синтез углеводородов из синтез-газа в присутствии кобальтового катализатора, и при этом получают высокомолекулярные

парафины (цезерин). На третьей стадии цезерин подвергается гидрокрекингу и гидроизомеризации (известным процессам нефтепереработки) с получением бензина и дизтоплива.

Недостатком синтез-газа получаемого, например, из природного газа является то, что при этом теряется до 40% энергии, а поэтому выгоднее прямое использование сжатого природного газа.

Основные способы снижения токсичности отработавших газов ДВС, работающих на нефтяном топливе

Применение на двигателях внутреннего сгорания каталитических нейтрализаторов, фильтров и рециркуляторов отработавших газов – основные способы снижения токсичности отработавших газов с целью снижения загрязнения атмосферы вредными веществами. Для борьбы с загрязнением городского воздуха особенно эффективным является применение каталитических нейтрализаторов, а также систем рециркуляции с предварительным охлаждением в них отработавших газов дизельных ДВС и фильтров твердых частиц.

Двухкомпонентные и трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы. Применение этих каталитических нейтрализаторов сокращает выбросы летучих органических соединений и окиси углерода в атмосферу примерно на 70% и оксида азота примерно на 50%, причем в течение всего срока службы ДВС. Каталитический нейтрализатор представляет собой сварную конструкцию каталитического блока, встраиваемую в систему выпуска отработавших газов бензинового ДВС.

Для бензиновых ДВС применяются как двухкомпонентные каталитические нейтрализаторы, которые существенно уменьшают содержание СО и СН в отработавших газах, так и трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы, которые, помимо уменьшения СО и СН в отработавших газах, уменьшают также и содержание NO_x . Следует отметить, что СО и СН дожигаются при работе трехкомпонентного нейтрализатора, а NO_x восстанавливается (разлагается на исходные составляющие, безопасные для здоровья). Трехкомпонентные нейтрализаторы, кроме того, обычно имеют в своем составе датчик контроля работоспособности нейтрализатора в соответствии со стандартом OBD-II принятым в США и стандартом EOBD принятым в странах ЕЭС. Этот датчик расположен обычно на выходе нейтрализатора.

Необходимо также отметить, что в ГОСТ Р 52033 — 2003 (национальном стандарте), дата введения 01.01.2004 г. «Автомобили с бензиновыми двигателями. ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния», включены требования к проверке двухкомпонентного и трехкомпонентного каталитических нейтрализаторов, но не указано, как отличить двухкомпонентный каталитический нейтрализатор от трехкомпонентного каталитического нейтрализатора.

Каталитические нейтрализаторы SCR. Для дизельных ДВС применяются каталитические нейтрализаторы SCR (системы селективного каталитического восстановления). Необходимо

отметить, что для обеспечения реакции восстановления азота из NO_x также может применяться неселективное каталитическое восстановление (NSC), представляющее собой накопительный катализатор NO_x .

Процесс в каталитическом нейтрализаторе (SCR) происходит в три стадии. Сначала выполняется накопление NO_x ($\lambda > 1$), при котором происходит окисление NO и SO_2 . Затем выполняется регенерация ($\lambda < 1$) при которой выделяется NO_x и происходит восстановление с помощью SO . После этого происходит обессеривание ($\lambda \sim 1$), при котором происходит выделение SO_2 при температуре примерно 700°C .

Сажеуловители (фильтры) для дизельных ДВС. Для дизельных ДВС применяются сажеулавливатели (фильтры), которые улавливают сажу с целью последующей ее утилизации, а также имеющие фильтры твердых частиц, улавливающие эти частицы с помощью керамических волокон или пористой керамики. Обычно после улавливания твердых частиц необходима регенерация фильтра (дожигание сажи).

Рециркуляторы. Для бензиновых ДВС применяются обычно системы рециркуляции отработавших газов без охладителя, а для дизельных ДВС применяются обычно

системы рециркуляции отработавших газов, включающие охладитель. Системы рециркуляции для дизельных ДВС, благодаря которым достигаются требования стандарта ЕВРО-4, и ЕВРО-5 в странах ЕЭС, обычно содержат в своем составе охладитель рециркулируемого воздуха, для снижения NO_x . Кроме того, для снижения NO_x , который в основном образуется при высокой температуре в камерах сгорания ДВС, уменьшается угол опережения впрыска, несмотря на падение мощности ДВС при этом. Для компенсации потерь мощности двигателей, связанных с этими мерами, обычно ДВС европейских, американских, азиатских и российских производителей производятся с мощностью, излишней примерно на 20%.

Распространенные способы снижения загрязнения атмосферы вредными веществами и защиты ее от теплового загрязнения из-за эксплуатации автомобилей

Для решения проблемы загрязнения атмосферы вредными веществами от ДВС, работающих на нефтяном топливе, применяются следующие распространенные способы:

– применение в ДВС механизмов VVT, обеспечивающих изменение величины подъема клапанов ГРМ от седел при различных оборотах коленчатого вала ДВС (примерно на 5% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность).

– применение в конструкции АТС вариаторных КПП (CVT) (примерно на 6% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность).

– применение в ДВС систем CD, обеспечивающих выключение подачи топлива в некоторые цилиндры ДВС при соответствующих режимах его работы (примерно на 7% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность).

– применение в ДВС многоступенчатого регулируемого (регулируемый сопловый аппарат, клапан и др.) турбонаддува (примерно на 8% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность).

– применение в ДВС систем ISG (комбинированный стартер/генератор), обеспечивающих автоматически выключение при длительном холостом ходе ДВС и его последующий запуск при других режимах (примерно на 6% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность);

– применение в бензиновых ДВС систем прямого впрыска (DI) (примерно на 5% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность).

– применение в ДВС систем, обеспечивающих переменную степень сжатия (VCR), которые изменяют положение коленчатого вала (смещают его) при соответствующих режимах работы (примерно на 10% улучшается топливная экономичность и снижается токсичность).

– введение в Российской Федерации стандарта аналогичного стандартам OBD-II и EOBD. Следует отметить, что в США бортовая диагностика автомобилей (On Board Diagnostics), регламентируется стандартом OBD-II, законодательно принятым в 1996 г. (в рамках федерального закона США) и вступившим в силу с 1999 г. В странах ЕЭС бортовая диагностика автомобилей регламентируется стандартом EuroOBD (EOBD). Начиная с 2001 г., требованиям этого стандарта в ЕЭС должны отвечать все легковые автомобили с бензиновыми двигателями, с 2003 г. — все легковые автомобили с дизельными ДВС, а с 2005 г. — все грузовые автомобили.

Требования стандарта EOBD примерно соответствуют требованиям стандарта OBD-II. Отличительной особенностью стандарта EOBD является то, что он дополнительно обеспечивает фиксирование пробега автомобиля с момента появления неисправности.

В соответствии с требованиями стандартов OBD-II и EOBD унифицированное диагностическое оборудование (сканер) после его подключения к ЭСУД любого проверяемого автомобиля, оснащенного единым разъемом DLS, и после последующего опроса сканером контроллера ЭСУД выдает коды неисправностей (при их наличии), хранящиеся по соответствующему адресу в оперативной памяти контроллера ЭСУД проверяемого автомобиля. Одновременно стандартами OBD-II и EOBD установлены единые терминология и перечень кодов неисправностей ЭСУД. Следует отметить, что при возникновении неисправности системой бортовой диагностики АТС выдается сигнал «MIL».

Цель стандартов OBD-II и EOBD состоит в том, чтобы упростить как контролирующим организациям, так и ремонтным организациям проверку элементов ЭСУД, неисправности которых приводят к повышению токсичности. При работе ДВС в соответствии с требованиями этих

стандартов должна обеспечиваться проверка наличия функционирования элементов влияющих на токсичность отработавших газов (отсутствие дефектов элементов влияющих на токсичность ОГ).

Функции ЭСУД при наличии бензинового ДВС: проверяется наличие качественной работоспособности датчика контроля содержания кислорода в отработавших газах; адсорбера паров бензина; системы рециркуляции отработавших газов (EGR); датчика расхода воздуха (расходомера); каталитического нейтрализатора отработавших газов (двухкомпонентного или трехкомпонентного); отсутствие пропусков зажигания в цилиндрах ДВС.

Функции ЭСУД при наличии дизельного ДВС: проверяется наличие качественной работоспособности рециркулятора отработавших газов; системы SGR; проверяется сигнал от датчика расхода воздуха (расходомера); сигнал от датчика контроля концентрации NO_x в отработавших газах; сигнал от датчика контроля работоспособности фильтра твердых частиц (если количество твердых частиц — более чем 1,5 г на квт/ч, то вырабатывается этим датчиком сигнал).

Необходимо отметить, что стандартами OBD-II и EOBD определены требования к проверке отсутствия пропусков искрообразования в цилиндрах ДВС. Эти пропуски могут фиксироваться, например, с помощью систем контроля ионного тока, либо других систем. Это, например, подсчет количества пропусков искрообразования за 1000 оборотов коленчатого вала. Если их окажется более 20, электронный блок управления зафиксирует это как временную неисправность, а за следующие 1000 оборотов он повторно проверяет количество пропусков искрообразования, и при повторении дефекта записывает соответствующий код неисправности в память контроллера ЭСУД, а также включает соответствующий транспарант на панели приборов (загорается сигнал «MIL»).

Кроме того, стандартами OBD-II и EOBD определены требования к проверке наличия качественной работоспособности датчика контроля содержания кислорода в отработавших газах. В случае отклонения состава топливовоздушной смеси от оптимального контроллер ЭСУД, получая сигнал от датчика контроля содержания кислорода в отработавших газах, вносит поправки, корректируя длительность импульсов, поступающих на форсунки системы впрыска бензина. Эти поправки отражаются в поправочных коэффициентах. Если значения поправочных коэффициентов выйдут за допустимые пределы, то в памяти контроллера ЭСУД появляется информация о наличии дефекта и вырабатывается сигнал «MIL», информирующий о наличии дефекта.

Сигнал «MIL», информирующий о наличии дефекта активен, и при этом обычно в память ЭСУД записываются данные о пробеге АТС при возникновении данного дефекта и дата возникновения дефекта. Сигнал о наличии дефекта «MIL» сохраняется 400 дней или 9600 моточасов.

Сигнал «MIL», информирующий о наличии дефекта деактивируется, и при этом гаснет, в случае, если в течение трех ездовых циклов (или циклов прогрева ДВС) данный дефект был устранен (например, при техническом обслуживании или ремонте). При этом, когда ЭСУД готова для нахождения следующих возможных дефектов, то это подтверждается гашением сигнала «MIL».

– применение газодизельных систем, где в качестве топлива помимо пилотной дозы дизтоплива, также обычно используется сжатый природный газ.

– применение для бензиновых ДВС топлива, состоящего из бензина и этанола (например, E85, в котором 85% этанола и 15% бензина). В качестве примера АТС с двигателем внутреннего сгорания, работающим на топливе E85 можно привести легковой автомобиль Saab 9–3 Cabriolet Sp. Ed. (Швеция). В принятом 27.02.2008 г. в Российской Федерации техническом регламенте «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» топливо, состоящее из этанола и бензина пока по непонятной причине не указано.

– применение нормирования содержания серы в моторном топливе.

– переход АТС на комбинированные (гибридные) энергетические установки, состоящие из ДВС, генератора, электродвигателя, блока аккумуляторных батарей высокой емкости (обычно литиевых). В них при движении с частыми остановками и с низкой скоростью обычно работает только электродвигатель. При движении с приводом от ДВС (в том числе и при торможении) с помощью генератора идет зарядка блока аккумуляторов. Расход топлива при этом составляет при таких условиях движения примерно 4 л. на 100 км пробега, например, у легкового автомобиля с гибридной энергетической установкой Toyota Prius (Япония). Для сравнения, расход топлива автомобилем Mazda-3 (Япония) с ДВС мощностью 150 л.с., объемом 1,5 л., и ГМКПП, при городском цикле движения составляет примерно 13 л. бензина на 100 км пробега. Разработан перспективный «газово-гибридный» грузовой автомобиль MB Esonic NGT Hybrid (Германия) состоящий из ДВС, работающего на газовом топливе, электродвигателя-генератора и блока литиевых АКБ. Разработан перспективный «бензиново-гибридный» автобус ЛИАЗ-5292, состоящий из ДВС «Cummins» электродвигателя-генератора и блока АКБ. Следует отметить, что в обеих конструкциях применяются пока только тяговые электродвигатели. Разрабатываются сейчас гибридные автомобили, в которых вместо тягового электродвигателя уже будут мотор-колеса. Перспективная конструкция мотор-колеса разработана сейчас лабораторией в г. Фрибург (Германия).

Особенности применения электромобилей

Перспективно применение электромобилей, имеющих в качестве привода обычно либо мотор-колеса (электродвигатели, которые непосредственно приводят ведущие колеса), либо тяговый электродвигатель, приводящий редуктор ведущей оси. Такой эксперимент пока проходит в г. Москве, причем в городе размещаются и посты с розетками для зарядки электромобилей. Стоимость электромобиля у нас составляет примерно 1,5 млн. руб. Полного заряда литиевых батарей электромобиля, например, Renault Fluence ZF (Франция) хватает на 160 км пробега, причем зимой пробег примерно вдвое меньше. Затраты на зарядку этих батарей составляют 22 кВт/ч, что примерно

составляет 44 руб. (при стоимости киловатт-часа 2 руб.). Для полного заряда литиевых батарей этого автомобиля необходимо примерно 7 ч.

Стоимость литиевых батарей автомобиля составляет примерно 30% от его общей стоимости. Литиевые батареи имеют срок службы примерно 5 лет, а затем их емкость начинает снижаться.

Предлагаем вашему вниманию первое в Российской Федерации профессиональное учебное пособие для специалистов автомобильного транспорта по газовым топливным системам ДВС

Цель книги — систематизировать, обобщить и дополнить разработками автора опыт применения всех существующих ГТС отечественного и зарубежного производства и представить его в виде профессионального учебного пособия и практического руководства для подготовки, переподготовки и повышения квалификации инженерно-технических работников (ИТР) автотранспортных предприятий и работников АПК. Книга предназначена для ИТР занимающихся техническим обслуживанием и ремонтом всех существующих ГТС, студентов профильных специальностей образовательных учреждений высшего профессионального образования, среднего специального профессионального образования, дополнительного профессионального образования.

В книгу вошли подробные и доступно изложенные материалы о всех существующих ГТС, их устройстве, монтаже, техническом обслуживании и ремонте. Материалы главы 3 «Регулировка и эксплуатация газовых топливных систем, работающих на сжиженном нефтяном газе и сжатом природном газе», главы 5 «Монтаж газовых топливных систем, работающих на сжиженном нефтяном газе и сжатом природном газе» разработаны автором книги впервые в Российской Федерации.

Второе, исправленное и дополненное издание, вышло в 2011 году и является первым в Российской Федерации проектом специального технического регламента по газовым топливным системам ДВС.

Научно-исследовательский и учебный центр диагностики и технологии ремонта автотранспортных средств, сельскохозяйственных и дорожно-строительных машин иностранного и отечественного производства предлагает для заинтересованных организаций выполнение следующих работ:

- **Разработка учебных материалов по техническому обслуживанию, диагностике и ремонту АТС**
- **Разработка рекомендаций по обеспечению высокой эксплуатационной надежности АТС**
- **Разработка рекомендаций по обеспечению высококачественного сервиса АТС**
- **Разработка конструкторско-технологической документации**
- **Разработка и организация изготовления новой техники**

e-mail: srecenter@yahoo.com