



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 5 (59) 2017



Пятая АГНКС «Газпрома» в Курганской области
Применение рыжикового масла в качестве топлива
Будет ли переход на электромобили

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114

Включен в Перечень ВАК

Учредитель и издатель

АОГМТ «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА),
аффилирована с Международным газовым союзом

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский

зам. генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии

Б.В. Будзуляк

председатель Комиссии по использованию
природного и сжиженного нефтяного газа
в качестве моторного топлива, д.т.н.

С.П. Горбачев

профессор, главный научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

Т.В. Климова

начальник отдела информационного обеспечения
ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Москва»,
заместитель главного редактора

С.И. Козлов

д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., исполнительный директор НГА

В.А. Марков

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

профессор Российского университета дружбы народов, д.т.н.

Е.Н. Пронин

член совета НГА

В.Л. Стативко

ветеран газовой отрасли, к.т.н.

В.Н. Фатеев

зам. директора НИЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 76

Отдел подписки и рекламы

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 77

Перевод

А.И. Хлыстова

Компьютерная верстка

И.В. Шерстюк

Адрес редакции:

142717, Московская обл., Ленинский р-н, п. Развилка, а/я 253

www.ngvrus.ru

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета
в типографии «ТалерПринт»

109202, г. Москва, ул. 1-ая Фрезерная, д. 2/1

Номер заказа

Сдано на верстку 15.08.2017 г.

Подписано в печать 15.09.2017 г.

Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал

«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,
опубликованной в рекламных материалах

На обложке: визит на новую АГНКС «Газпром» в Кирове

В НОМЕРЕ

«Газпром» построил пятую АГНКС в Курганской области	3
Алексей Миллер посетил АГНКС «Газпром» в Кирове	4
Ерохов В.И. Безопасность и эффективность эксплуатации автомобилей на компримированном природном газе	5
Патрахальцев Н.Н., Ощепков П.П., Лотфуллин Ш.Р. Снижение выбросов неметановых углеводородов с отработавшими газами газового двигателя изменением его активного рабочего объема	21
Марков В.А., Лобода С.С., Инь Мин Использование смесей нефтяного дизельного топлива и рыжикового масла в качестве моторного топлива	29
Балашов М.Л., Евстифеев А.А. Силовая энергетическая установка с атомарным водородным дизельным двигателем	41
Топливо безграничных возможностей	46
Будет ли в России переход на электромобили	48
Битопливный Lada Largus испытание прошел	58
Audi A4 Avant g-tron едет на метане	60
Выставка GasSuf: живое общение и взгляд в будущее	65
Метан для грузовиков и автобусов	68
Новая мобильная АГНКС компании «ТЕГАС»	68
«Росатомфлот» заказал в Финляндии проект ледокола на природном газе	69
Новый автотопливозаправщик Минского автозавода	70
Биометан от Cargfour	71
В Астане появилось экологичное топливо для автотранспорта	72
Первый в мире ледокольный СПГ-танкер	73
Американские пеллеты могут уйти с европейского рынка	74
В США создан первый в мире гибридный автозаправщик	75
Газомоторное топливо в Чехии	76
Abstracts of articles	77
Авторы статей в журнале № 5 (59) 2017 г.	79



Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle
Association (NGVA), is affiliated with IGU

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybulsky, P.G.

Deputy General Director of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

*Chairman of the Commission for Use of Natural
and Liquefied Petroleum Gas as Gas-Motor Fuel,
Doctor of Engineering*

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Gorbachev, S.P.

Professor, Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

Professor of N.E. Bauman's MGTU, Doctor of Engineering

Klimova, T.V.

*Head of Information support department, Engineering
and Technical center, Gazprom Transgaz Moskva LLC,
deputy chief editor*

Kozlov, S.I.

Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.

PhD, Director of the Centre «Gas Use»,

JSC «Gazprom VNIIGAZ»,

executive director, NGVRUS

Markov, V.A.

Professor of N.E. Bauman's MGTU,

Doctor of Engineering

Nikolaenko, A.V.

Rector of the Moscow State Technical University (MAMI), Professor,

Doctor of Science

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

Pronin, E.N.

member of the Council, NGVRUS

Stativko, V.L.

The vet of gas industry, Candidate of Science

Fateev, V.N.

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,

Doctor of Chemistry

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 76

Subscription and Distribution Department

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 77

Translation by

Khlystova A.I.

Computer imposition

Sherstyuk, I.V.

Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,

Moskovskaya obl, 142717

www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 15.08.2017

Endorsed to be printed on 15.09.2017

Format 60x90 1/8 Circulation 3,000 copies Enamel paper

Offset printing, 10,5 conditional printed sheets

*When copying materials, a reference «Alternative Fuel Transport» International
Scientific and Technical Magazine is obligatory.*

*The editors are not responsible for accuracy of the information contained
in advertising matter.*

CONTENTS

GAZPROM constructed fifth NGV filling station in the Kurgan Region.	3
Alexey Miller's visit to NGV filling station of GAZPROM in Kirov	4
Viktor Erokhov Safety and operating efficiency of CNG automobiles	5
Nikolay Patrakhaltsev, Petr Oschepkov, Shamil Lotfullin Diminution of non-methane hydrocarbons in exhaust gases of gas-engine by active displacement regulation	21
Vladimir Markov, Stanislav Loboda, In' Min The Use of Blends of Petroleum Diesel Fuel and Camelina Oil as a Motor Fuel	29
Michail Balashov, Andrey Evstifeev Propulsion machinery with an atomic hydrogen diesel engine	41
Fuel of infinite possibilities	46
Will there be an adoption of electric cars in Russia?	48
Bi-fuel Lada Largus passed the tests	58
Audi A4 Avant g-tron operating on methane	60
Exhibition GasSuf: real-life communication and projection into the future.	65
Methane for trucks and buses.	68
New transportable NGV filling station by «TEGAS»	68
«Rosatomflot» ordered a project of icebreaker on natural gas from Finland	69
New refueling unit by Minsk Automobile Plant	70
Bio-methane by Carrefour	71
Eco-friendly fuel for automotive transport in Astana	72
The world's first icebreaking tanker on LNG	73
American pellets may leave European market	74
The world's first hybrid refueling unit constructed in the USA	75
Abstracts of articles	77
Contributors to journal issue № 5 (59) 2017	79

«Газпром» построил пятую АГНКС в Курганской области

31 августа в Кургане состоялись торжественные мероприятия, посвященные завершению строительства современной автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) «Газпрома». Это уже третья АГНКС компании в Кургане и пятая – в Курганской области.



Губернатор Курганской области Алексей Кокорин, председатель совета директоров ПАО «Газпром» Виктор Зубков, генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев

В мероприятии приняли участие председатель совета директоров ПАО «Газпром» Виктор Зубков, губернатор Курганской области Алексей Кокорин, заместитель председателя правления ПАО «Газпром» Валерий Голубев, руководители профильных подразделений и дочерних обществ компании.

Проектная мощность новой станции составляет 6,7 млн кубометров газа в год. Ежедневно на АГНКС смогут заправляться природным газом до 400 единиц техники.

Виктор Зубков и Алексей Кокорин провели совещание по вопросам расширения рынка газомоторного топлива в Курганской области.

Было отмечено, что с каждым годом потребление газомоторного топлива в регионе растет. В 2014 году через АГНКС «Газпрома» потребителям было поставлено около 13 млн кубометров

газа, в 2015 году – 13,4 млн, в 2016 году – 13,8 млн м³. Средний уровень загрузки этих станций в 2016 году составил 68,5 %, в то время как общероссийский показатель – 26 %. «Газпром» и далее продолжит расширение сети газозаправочных станций в регионе.

«Сегодня мы открыли в Кургане новую современную АГНКС. Наша компания выполняет все обязательства по расширению российского рынка газомоторного топлива, в том числе в Курганской области с ее достаточно развитой промышленностью и сельским хозяйством. Ввод новых газозаправочных мощностей позволит повысить экономическую эффективность многих предприятий в регионе за счет удешевления автомобильных перевозок и улучшить экологическую обстановку», – сказал Виктор Зубков.

Управление информации ПАО «Газпром»

Алексей Миллер посетил АГНКС «Газпром» в Кирове

23 августа председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер с рабочим визитом побывал на новой АГНКС «Газпром» в Кирове.



Генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев, председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер, врио губернатора Кировской области Игорь Васильев

Газозаправочный объект построен в 2016 году и обеспечивает топливом EcoGas пассажирский и легкий коммерческий транспорт. АГНКС располагается по адресу ул. Металлистов, д. 9 «Г» и рассчитана на ежедневное обслуживание до 500 единиц техники. Производительность станции составляет 8,9 млн кубометров природного газа в год, АГНКС оборудована шестью заправочными постами.

Всего на территории Кировской области действуют две газозаправочные станции «Газпром», которые располагаются в Кирове. Общая проектная производительность АГНКС составляет 21,7 млн кубометров в год. По итогам 2016 года реализация природного газа в качестве моторного топлива в регионе составила 1,2 млн м³, загрузка – 9,6 %.

Компанией «Газпром газомоторное топливо» предусматривается строительство еще двух АГНКС на территории области в Кирове и Кирово-Чепецке. Предполагается постепенный ввод новых объектов по мере

увеличения загрузки уже введенных.

Справка

Производство и реализация природного газа в качестве моторного топлива – стратегическое направление деятельности ПАО «Газпром». Для системной работы по развитию рынка газомоторного топлива создана специализированная компания – ООО «Газпром газомоторное топливо».

Для идентификации природного газа в качестве моторного топлива «Газпром» зарегистрирован товарный знак EcoGas. EcoGas в среднем в пять раз опережает по экологическим показателям дизельное топливо и бензин, является более безопасным и экономичным.

Соглашение о сотрудничестве между правительством Кировской области и ООО «Газпром газомоторное топливо» о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива подписано 10.09.2014 г.

Отдел внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Безопасность и эффективность эксплуатации автомобилей на компримированном природном газе

В.И. Ерохов, профессор Московского политехнического университета (Московский политех), д.т.н.

Приведены показатели и обобщены характеристики безопасности конструкции газобаллонных автомобилей. Даны технические решения обеспечения безопасности конструкции газобаллонных автомобилей. Приведена принципиальная схема системы питания газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе. Изложены особенности их эксплуатации.

Ключевые слова:

компримированный природный газ, газовый двигатель, надежность, физический параметрический отказ, безопасность конструкции, полный жизненный цикл, характеристики безопасности конструкции, лубрикантор.

Разработанная в предшествующие годы концепция применения природного газа (ПГ) в качестве моторного топлива позволила эффективно преодолеть психологический барьер опасности эксплуатации газобаллонных автомобилей (ГБА) [1].

Основу необходимой безопасной эксплуатации ГБА составляют высокие температурные и концентрационные пределы самовоспламенения газоздушных смесей (рис. 1).

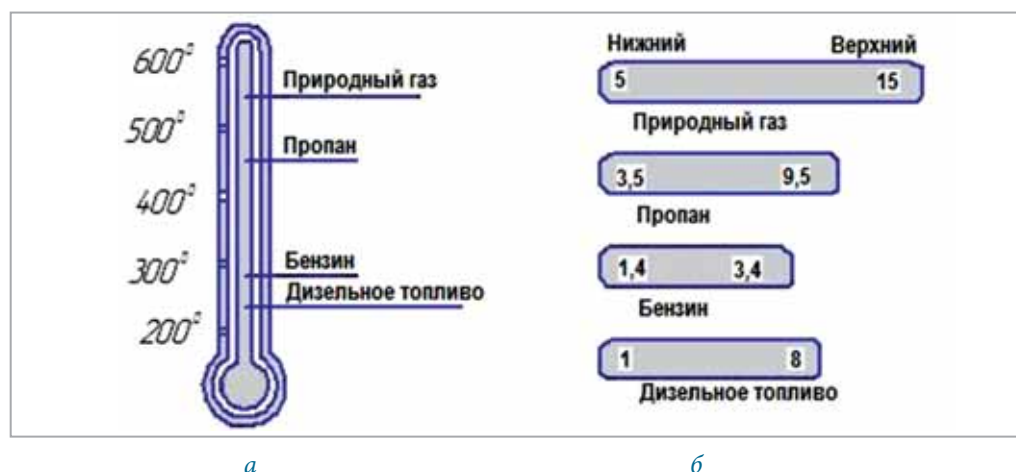


Рис. 1. Параметры технологической безопасности альтернативных видов топлива: *a* – температура самовоспламенения, °С; *б* – концентрационные пределы воспламенения в воздухе (объемные), %

Высокие пределы обеспечивают необходимые уровни безопасности эксплуатации ГБА. Концентрационные пределы характеризуются коэффициентом риска ($P_{пр}$) применения газового топлива.

Индекс величины пожарного риска в общем виде может быть представлен зависимостью

$$P_{пр} = (K_{вкп} - K_{нкп}) / K_{нкп}, \quad (1)$$

где $K_{вкп}$, $K_{нкп}$ – верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения газозвушной смеси, %.

Концентрационный предел воспламенения горючей смеси характеризует численное значение индекса величины коэффициента риска. Чем выше его значение, тем выше степень риска. В диапазоне, ограниченном верхним и нижним пределами, газозвушная смесь сгорает эффективно. Численное значение индекса характеризует количество воздуха, необходимого для обеспечения безопасной эксплуатации наземного транспортного средства.

Согласно «Классификации горючих веществ по степени чувствительности», утвержденной приказом МЧС РФ от 10.07.2009 г. № 404, метан относится к самому безопасному 4-му классу (слабо чувствительные вещества).

Автомобильный парк страны в последние годы существенно обновился транспортными средствами, оснащенными газовыми двигателями с однопаливными системами питания для работы на компримированном природном газе (КПГ). Отечественная газовая аппаратура имеет ряд оригинальных технических решений, разработанных совместно с ведущими европейскими фирмами MAN, Volvo [2]. ПАО «КАМАЗ» освоена полная номенклатура отечественных транспортных средств для работы на КПГ [3].

Безопасность конструкции газовой аппаратуры характеризуется техническим уровнем ГБА. Параметрические отказы газовой аппаратуры предопределяются ее конструктивными особенностями и условиями эксплуатации.

Конструктивные факторы обеспечивают достижение необходимого уровня физических и параметрических отказов газовой аппаратуры. Что касается эксплуатационных факторов, то принятая регламентная система технического обслуживания НТС обеспечивает поддержание параметров газовой аппаратуры на необходимом уровне до капитального ремонта.

Надежность ГБА формируется на стадии проектирования, обеспечивается технологией и поддерживается в эксплуатации. Нарушение герметичности элементов системы питания сопровождается утечкой газа и создает угрозу безопасной эксплуатации автомобиля или прекращение транспортного процесса. Надежность газовой аппаратуры лимитирует 15-20 функциональных ее элементов.

Безотказная работа системы питания ГБА предопределяется количеством и техническим уровнем функциональных элементов автомобиля. Вероятность безотказной работы газовой системы питания по критерию «герметичность» может быть представлена зависимостью

$$P_{ст} = P_{гб} P_{бв} P_{рп} P_{гф} P_i, \quad (2)$$

где $P_{ст}$ – вероятность безотказной работы системы питания; $P_{гб}$, $P_{бв}$, $P_{рп}$, $P_{гф}$ – вероятность безотказной работы газового баллона, баллонного вентиля, редуктора-подогревателя, газового фильтра; P_i – вероятность безотказной работы i -го аппарата.

Конструктивные особенности газобаллонных транспортных средств в значительной степени обуславливают эффективность применения КПГ. Принципиальная схема системы питания современных газобаллонных автомобилей на КПГ приведена на рис. 2.

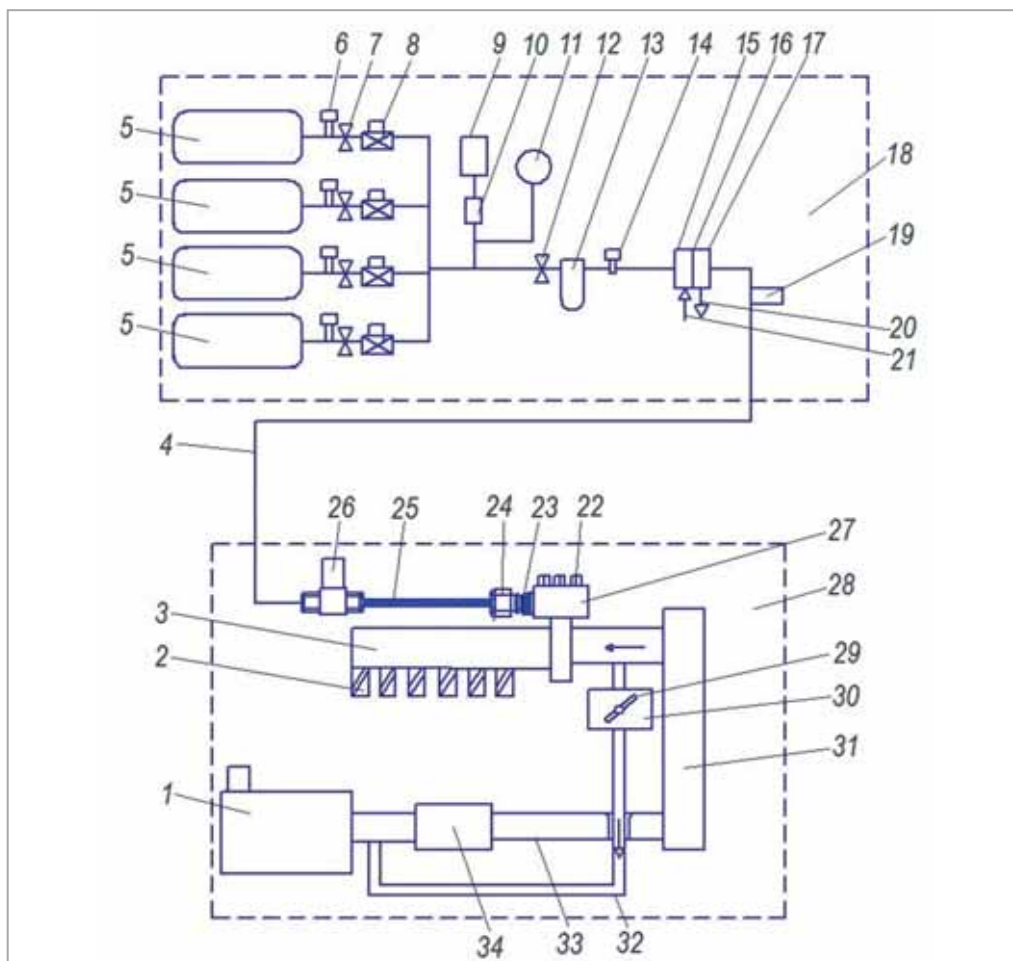


Рис. 2. Принципиальная схема системы подачи КПГ:

1 – воздушный фильтр; 2 – дозатор газа; 3 – газовая рампа; 4 – газовый трубопровод; 5 – газовые баллоны; 6 – предохранительный клапан с разрывной мембраной; 7 – баллонный вентиль; 8 – электромагнитный клапан; 9 – заправочное устройство; 10 – обратный клапан; 11 – датчик давления; 12, 26 – вентили; 13 – фильтр грубой очистки газа; 14 – перепускной вентиль; 15 – первая ступень редуктора; 16 – газовый редуктор; 17 – вторая ступень; 18 – блок подачи КПГ; 19 – клапан; 20 – штуцер отвода жидкости; 21 – штуцер подвода жидкости; 22 – газовые форсунки; 23 – фильтр тонкой очистки газа; 24 – штуцер; 25, 32, 33 – трубопроводы; 27 – рампа; 28 – топливная аппаратура; 29 – дроссельная заслонка; 30 – смесительная камера; 31 – теплообменник; 34 – турбокомпрессор

Газобаллонная установка содержит кассету баллонов 5, установленную на раме. Кассета через баллонные вентили 7 и трубопровод высокого давления связана с газовой аппаратурой, находящейся в моторном отсеке.

Газовый двигатель выполнен однотопливным и предназначен для работы на КПГ. Высокая степень сжатия ($\epsilon=12$) позволяет реализовать потенциальные свойства газового топлива.

Для компенсации охлаждающего эффекта расширяющегося газа газовый РВД 16 получает тепловую энергию от охлаждающей жидкости двигателя через штуцер подвода 21 и отвода 20 охлаждающей жидкости.

Перепускной вентиль 14 содержит дополнительный клапан, открываемый и закрываемый вручную (в аварийных случаях, при ремонте и обслуживании).

В процессе расширения газа при редуцировании КПГ с 20 до 0,7 МПа происходит заметное понижение температуры на 70 °С. Наличие в природном газе влаги и углекислоты может привести к замерзанию газового редуктора 16 и нарушению нормальной работы газового двигателя.

Газовый фильтр грубой очистки газа 13 удаляет влагу и компрессорное масло из КПГ. Предохранительный клапан, отрегулированный на давление 2,4 МПа, устанавливается между испарителем и отсечным клапаном. Данный клапан стравливает избыточное давление из системы в окружающую безопасную среду.

Управление составом газозоудушной смеси осуществляется ЭБУ и формирует необходимое напряжение, подаваемое на свечу зажигания в строго определенное время (угол опережения зажигания).

Каждый баллон 5 оснащен электромагнитным клапаном (ЭМК) 8, который открывается после запуска двигателя. Трубка соединяет ЭМК с заправочным разъемом, датчиком давления и через фильтр грубой очистки с газовым редуктором. Баллонный вентиль содержит узел клапанов, катушку соленоида, клапан на четверть баллона, плавкий предохранитель и разрывную мембрану.

Ручной технологический вентиль 14 обеспечивает герметичность газового баллона. Клапан 14 в нормальном состоянии открыт и закрывается вручную маховиком только в аварийной ситуации.

Топливопровод, проходящий от баллона к электромагнитному клапану, защищен от повреждения с помощью перепускного клапана 14 на давление 2,4 МПа. Для обеспечения безопасности предохранительный клапан 6 снабжен разрывной мембраной. Это необходимо для обеспечения безопасности при проведении

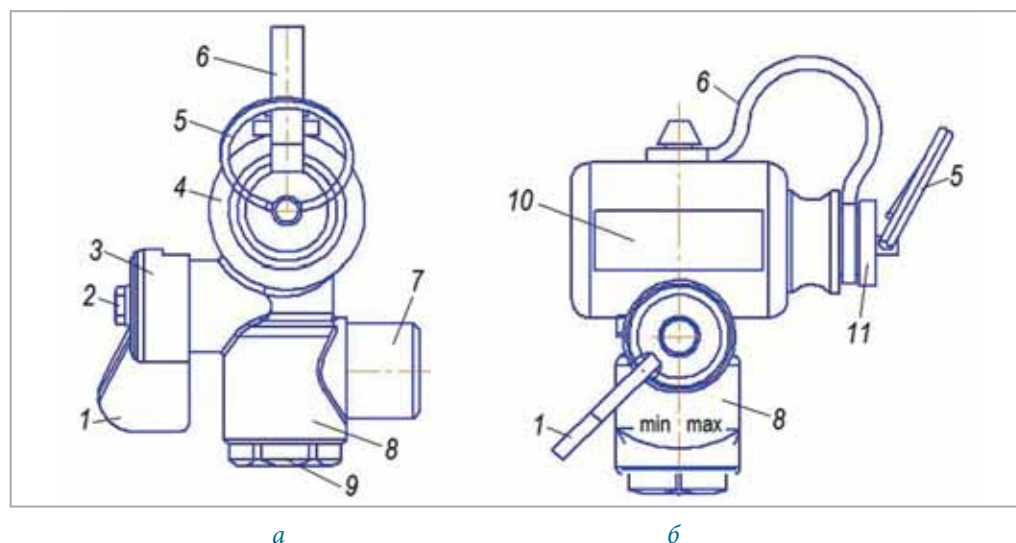


Рис. 3. Заправочное устройство:

а – размещение технологической рукоятки ручной заправки; *б* – общий вид заправочного устройства; 1 – рукоятка; 2 – гайка; 3 – корпус крана; 4 – корпус пробки; 5 – предохранительное кольцо; 6 – резиновая пластина; 7, 9 – штуцеры подачи газа; 8 – корпус шарового клапана; 10 – паспорт заправочного устройства; 11 – технологическая пробка

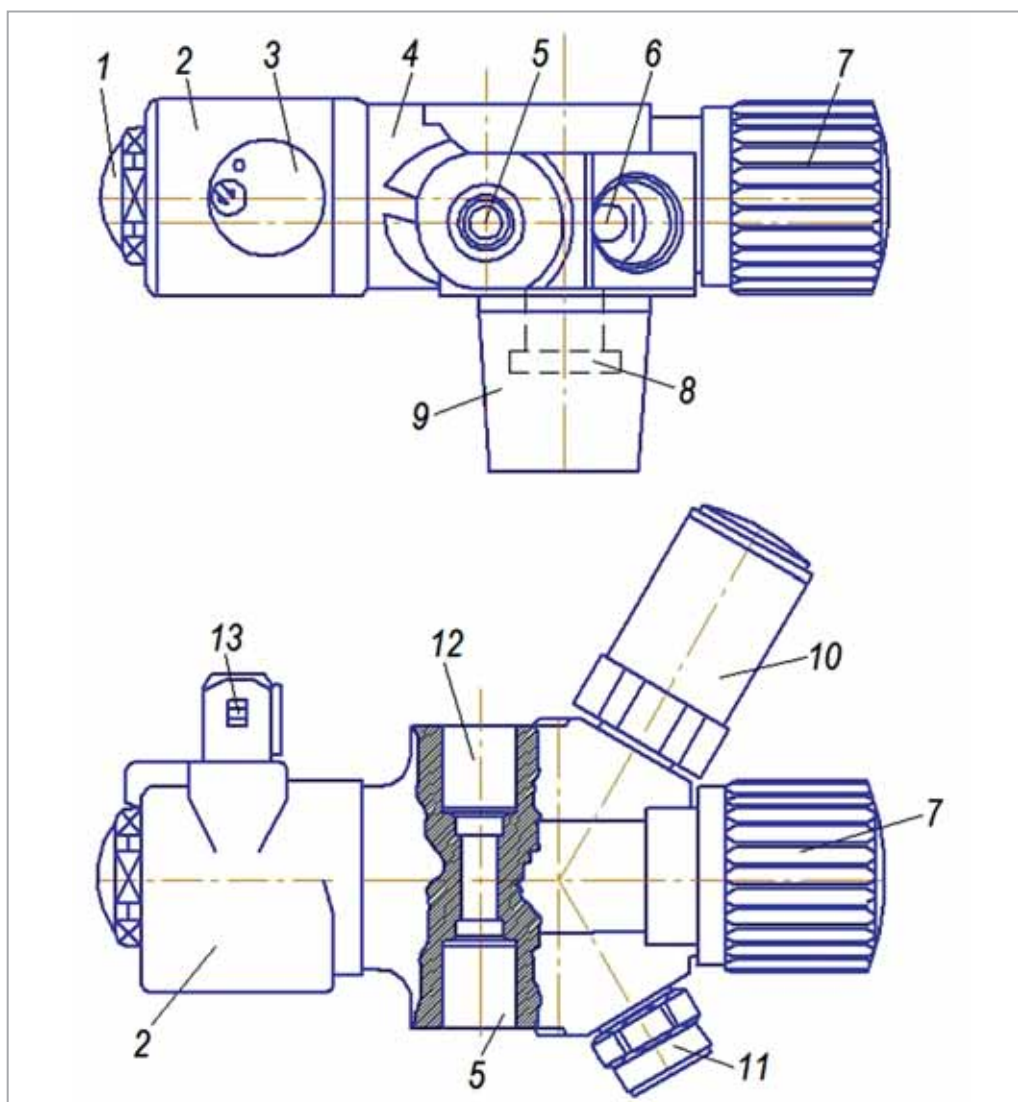


Рис. 4. Баллонный вентиль КПГ:

1 – винт крепления электромагнита; 2 – электромагнитный клапан; 3 – паспорт;
 4 – корпус; 5 – входной канал; 6 – выходной канал; 7 – поворотный маховик ручного клапана; 8 – скоростной клапан; 9 – входной штуцер со скоростным клапаном;
 10 – предохранительный температурный клапан; 11 – предохранительный клапан;
 12 – электрический контакт; 13 – отверстие

любых работ по снятию и установке баллонов. Плавкий элемент закрывает отверстие для выхода газа. Элемент разрушается, обеспечивая свободный выход газа.

Компоненты современных отечественных и зарубежных газобаллонных автомобилей в значительной мере унифицированы, имеют общее техническое и конструктивное решение.

Заправочное устройство предназначено для заправки баллонов на стационарных или передвижных газонаполнительных станциях (АГНКС или ПАГЗ). Оно содержит шаровой кран, размещенный в корпусе 8 и управляемый рукояткой 1. Заправочное отверстие закрыто технологической пробкой 11, размещенной в отверстии (рис. 3а). Перед заправкой технологическая пробка 11 извлекается, и в отверстие устанавливается наконечник заправочного шланга (рис. 3б).

Перед заправкой пробку извлекают и на ее место устанавливают наконечник заправочного устройства. После открытия наполнительного вентиля АГНКС газ высокого давления поступает к баллонам. По окончании заправки вентиль закрывают, наконечник заправочного шланга извлекают из отверстия заправочного устройства. В заправочное устройство устанавливают технологическую пробку.

Принципиальная схема баллонного вентиля газового баллона со средствами безопасности конструкции приведена на рис. 4.

Баллонный вентиль представляет собой запорное устройство, основными элементами которого являются электромагнитный клапан 2, ручной клапан с маховиком 7, скоростной 8 и предохранительный 10 клапаны.

Электромагнитный клапан 2 высокого давления представляет собой соленоид, закрытый в нормальном состоянии усилием пружины и давлением газа в баллоне. Клапан открывается при заправке, когда давление, подводимое от заправочной станции, больше остаточного давления в баллоне. В обесточенном состоянии клапан высокого давления для работы на газе закрыт.

Термический предохранитель установлен на баллонном вентиле. Он предотвращает разрушение газового баллона вследствие чрезмерного повышения давления из-за воздействия высоких температур. Предохранительный клапан обеспечивает непосредственный выпуск газа в атмосферу.

Важным элементом термического предохранительного клапана 10 является небольшая легкоплавкая вставка, предотвращающая выход газа. При повышении температуры до 110 °С вставка разрушается, и ПГ выходит в атмосферу через специальные отверстия. Этот процесс осуществляется под контролем, опасность воспламенения в случае пожара в автомобиле или разрушения газового баллона из-за повышения температуры отсутствует.

Для обеспечения безопасности клапан сброса давления снабжен разрывной мембраной.

Для защиты газовых баллонов применяют предохранительные мембраны (рис. 5). Их устанавливают в случае ненадежных предохранительных клапанов.

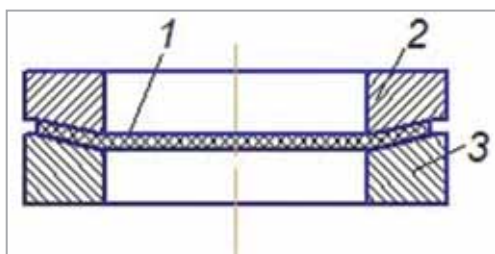


Рис. 5. Схема размещения предохранительной мембраны газового баллона:

1 – мембрана; 2 – баллон; 3 – штуцер

Пропускную способность мембранных предохранительных устройств в случае статического повышения давления рассчитывают по формуле

$$G = AFp\sqrt{M/T}, \quad (3)$$

где M – молярная масса газов, проходящих через устройство, кг/кмоль; T – температура газа, К; A – коэффициент; p – давление, МПа.

Газовые баллоны для хранения КПГ рассчитаны на рабочее давление 20 МПа и используются для длительного хранения КПГ. Принципиальная схема композитного газового баллона приведена на рис. 6.

Отечественная промышленность выпускает автомобильные баллоны для КПГ объемом от 34 до 400 л. Их изготавливают из стальных бесшовных труб или листовых заготовок, а также из композитных материалов. Горловина баллона снабжена резьбой для ввинчивания вентиля. На каждом баллоне установлен вентиль с обратным клапаном, пропускающим газ в одном направлении – в баллон.

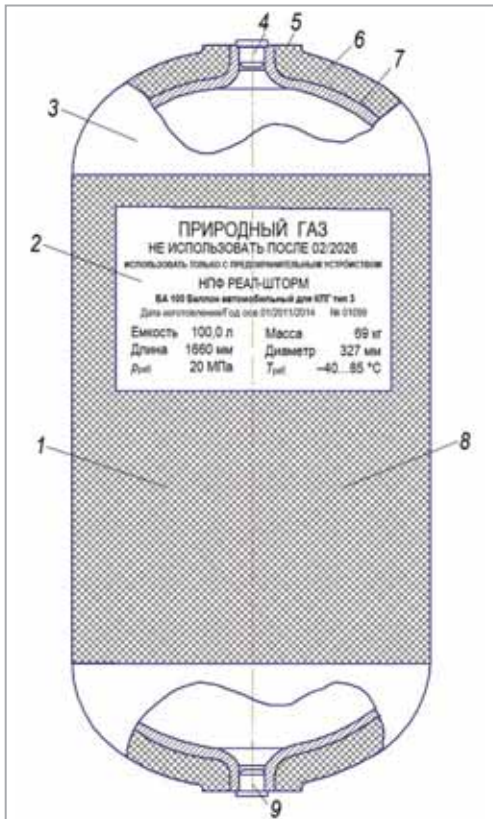


Рис. 6. Газовый баллон:

- 1 – корпус; 2 – паспорт; 3 – горловина;
4 – технологическая пробка; 5 – фланец;
6 – металлический несущий лейнер;
7 – герметизирующая оболочка;
8 – армирующая оболочка; 9 – пробка

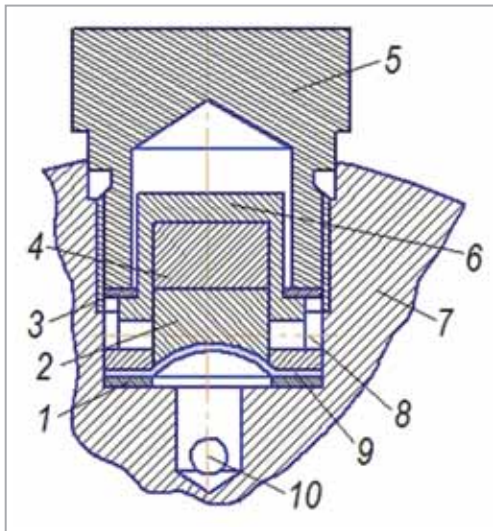


Рис. 7. Предохранительный клапан:

- 1 – шайба; 2 – опора мембраны; 3 – шайба;
4 – легкоплавкая вставка; 5 – корпус; 6 – упор;
7 – баллон; 8, 10 – отверстия; 9 – мембрана

В эксплуатации (по международной классификации) находятся четыре типа баллонов: КПП–1 (металлический баллон); КПП–2 (металлический баллон с корпусом, усиленным просмоленной жгутовой нитью – намотка в виде обручей); КПП–3 (металлический баллон с корпусом, усиленным просмоленной жгутовой нитью – сплошная намотка); КПП–4 (баллон с просмоленной жгутовой нитью и неметаллическим корпусом полностью из композиционного материала).

Высокое давление хранения предъявляет к баллонам повышенные требования прочности, коэффициент запаса которой равен 2,4. Для снижения массы баллона и повышения прочности стенок применяют легированные металлы или алюминий, армированный стеклопакетом. Устанавливают также металлокомпозитные баллоны в базальтовом коконе. Армированные пластмассовые сосуды в 3-4 раза легче стальных.

Газовые баллоны имеют многократный запас прочности и устанавливаются в наименее уязвимых местах в автомобиле [4]. Масса 50-литрового стального баллона под давлением 20 МПа в зависимости от марки стали составляет 50...93 кг. Металлопластиковые баллоны легче в 1,5-2 раза, а углепластиковые – в 2-4 раза. Более высокая трудоемкость и стоимость их изготовления сдерживают широкое их распространение.

Принципиальная схема предохранительного клапана приведена на рис. 7.

Предохранительный клапан стравливает избыточное давление из системы. Принципиальная схема скоростного клапана приведена на рис. 8.

Скоростной клапан ограничивает поток при стравливании газа из баллона (например, для консервации), а также при разгерметизации обратного клапана.

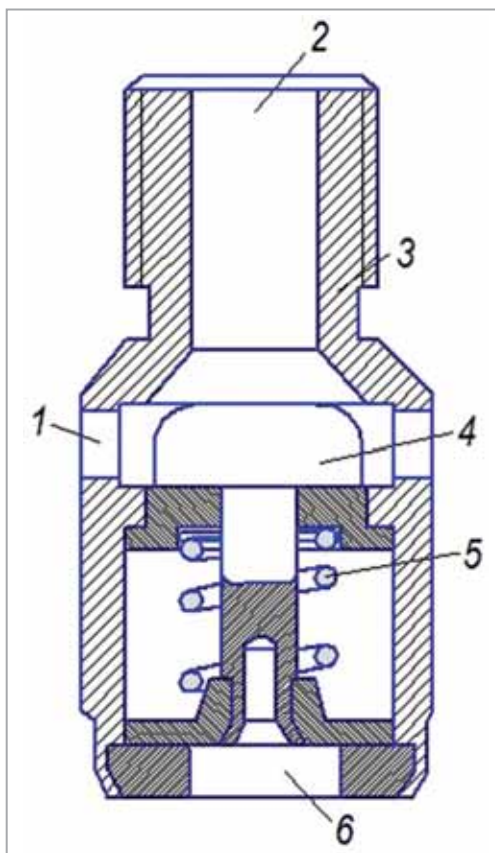


Рис. 8. Принципиальная схема скоростного клапана:
1, 2, 6 – отверстия; 3 – корпус; 4 – клапан;
5 – пружина

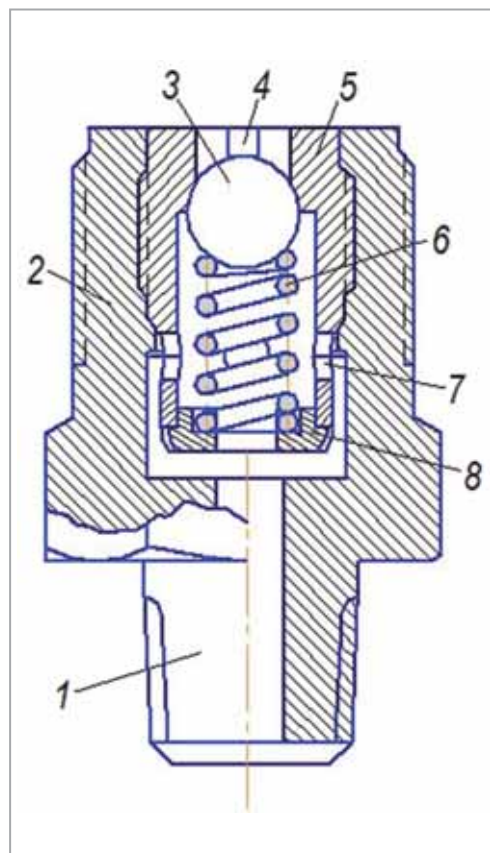


Рис. 9. Принципиальная схема обратного клапана:
1 – штуцер; 2 – корпус; 3 – шарик; 4, 7 – от-
верстия; 5, 8 – седла; 6 – пружина

В состав регулятора расхода топлива (РРТ) входят газовый редуктор (0,8 МПа) и фильтр грубой очистки. Предохранительный клапан, установленный на газовом редукторе, позволяет стравливать давление газа в РРТ на случай замены фильтра.

Принципиальная схема обратного клапана приведена на рис. 9.

Скорость сгорания газа требует увеличения угла опережения зажигания, что приводит к перегреву деталей двигателя. В эксплуатации наблюдаются случаи прогорания днища поршней и клапанов при слишком раннем зажигании и работе на бедных смесях. Скорость сгорания газа ниже, чем у бензина, система управления автоматически изменяет угол опережения зажигания (рис. 10).

В современных двигателях изменение $Q_{\text{заж}}$ обеспечивают с помощью специальных устройств – процессоров опережения зажигания (или вариаторов опережения зажигания).

Двигатель, работающий на метане, обладает меньшей скоростью сгорания и высоким ОЧ, равным 115 единиц. Скорость сгорания газового топлива несколько меньше по сравнению с бензином. Скорость сгорания ПГ, пропан-бутановой смеси и бензина в нормальных условиях составляет 0,39; 0,41 и 0,43 м/с соответственно.

Меньшая скорость сгорания газового топлива снижает ударные нагрузки на поршневую группу, коленчатый вал (КВ) и способствует ровной, более мягкой работе двигателя, сопровождающейся снижением шума на 7...8 дБ(А).

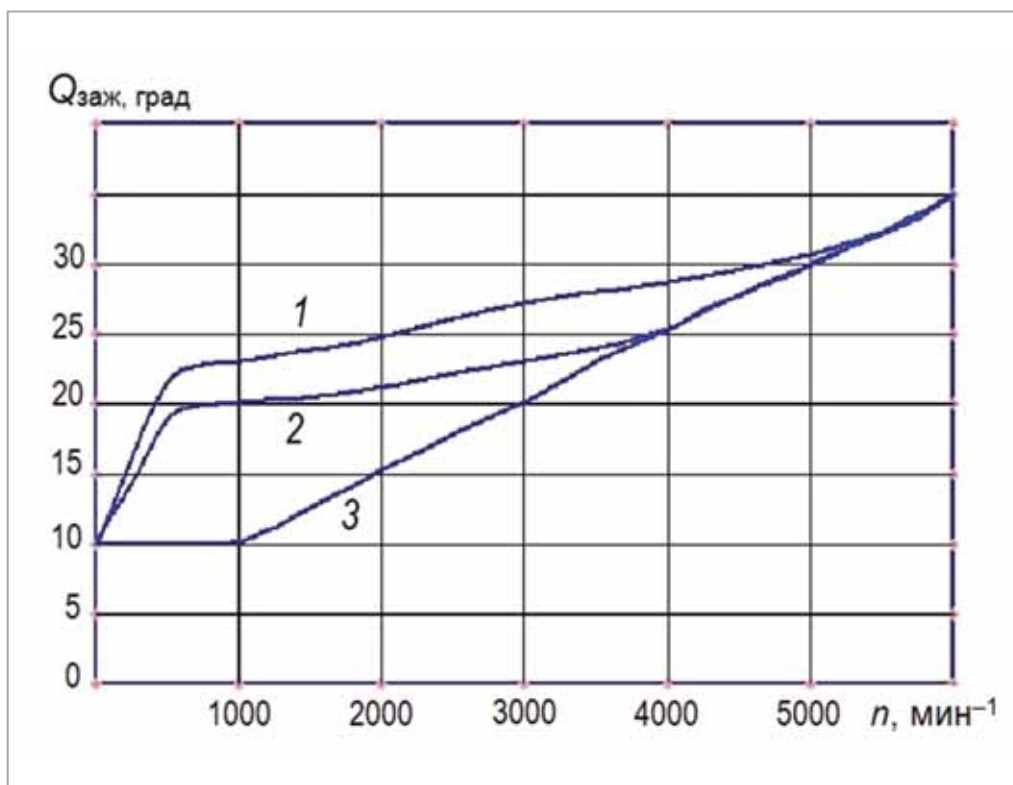


Рис. 10. Базовая характеристика управления углом опережения зажигания для бензина и газообразных топлив:
1 – метан; 2 – пропан-бутан; 3 – бензин

Нарушение компонентного состава газового топлива может привести к преждевременному износу двигателя, а иногда и к разрушению деталей его цилиндропоршневой группы. Вероятность детонации в этом случае повышается, а вместе с ней растет вероятность разрушения поршней двигателя.

Современные ГБА оснащены бесконтактной системой зажигания. Она состоит из 4-8 модулей, каждый из которых представляет собой единый конструктивный узел, включающий оконечный каскад системы зажигания, катушку зажигания и свечной наконечник (свечи). Модули зажигания установлены непосредственно на головках блока цилиндров.

Оконечный каскад системы зажигания получает сигнал от блока управления двигателем и включает ток в первичной обмотке катушки зажигания. Катушка зажигания к моменту воспламенения накапливает необходимую энергию и формирует высокое напряжение, необходимое для пробоя искрового промежутка. Энергия, накопленная в магнитном поле первичной обмотки, трансформируется во вторичную цепь. При этом ток и напряжение преобразуются в зависимости от соотношения числа витков в первичной и вторичной обмотках катушки. Высокое напряжение через высоковольтный вывод подается на свечу зажигания.

При отсутствии сигнала датчика фазы система управления переходит в режим нефазированного впрыска топлива и попарного искрообразования. При этом ухудшаются мощностные показатели двигателя, увеличивается расход топлива и выброс вредных веществ.

Схема размещения датчиков температуры на поверхности камеры сгорания приведена на рис. 11.

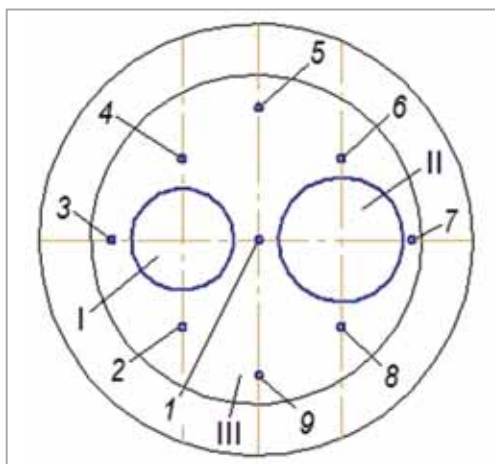


Рис. 11. Схема размещения датчиков температуры на поверхности камеры сгорания двигателя:

I – выпускной клапан; II – впускной клапан;
 III – поверхность камеры сгорания;
 1-9 – номера датчиков температуры

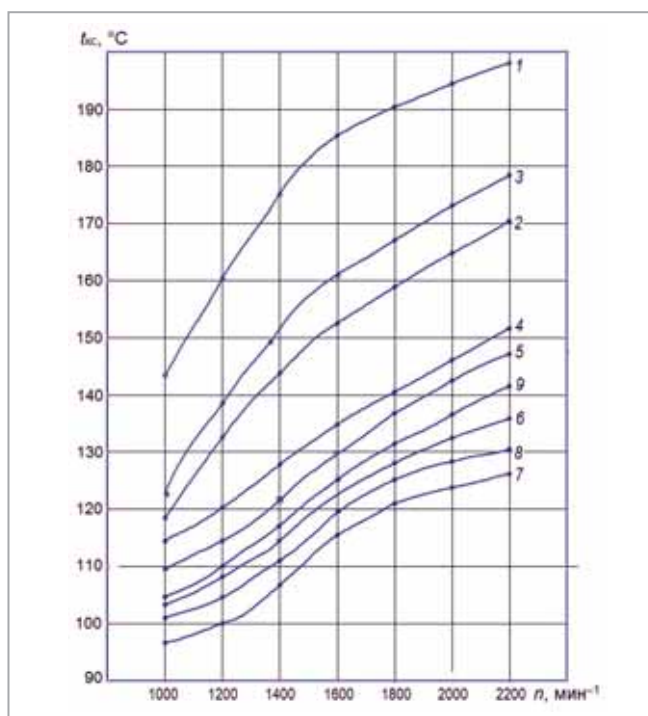


Рис. 12. Скоростная характеристика двигателя с результатами термометрирования камеры сгорания:

1-9 – номера температурных датчиков

Термометрирование головки цилиндров и форсунки проводилось с помощью хромель-копелевых термопар, которые препарировались на поверхности головки первого цилиндра. Перед проведением испытаний головка с термопарами тарировалась. Температура определялась с помощью автоматического потенциометра ЭПП-093. Измерение осуществлялось в наиболее характерных точках, находящихся в области клапанной перемычки.

Изменение температуры в характерных участках объема цилиндров в зависимости от угла поворота КВ двигателя приведено на рис. 12.

По внешней скоростной характеристике видно, что при работе по газодизельному циклу (см. рис. 11) на высоких частотах вращения КВ температура поверхности ниже, чем при работе на дизельном варианте. Особенно это заметно для точки 8, находящейся в области клапанной перемычки, где разница составляет свыше 10 °С. При работе на газе можно отметить, что перепад температур в различных местах поверхности головки цилиндра ниже, чем при дизельном режиме.

Меньшая скорость сгорания требует увеличения угла опережения зажигания, что приводит к перегреву деталей двигателя. Задержка воспламенения существенно влияет на экологические и топливно-энергетические показатели современного ДВС.

Начало процесса сгорания может быть рассчитано с учетом величины задержки воспламенения, определяемой по формуле

$$\tau_{зв} = ABn\sqrt{T/p} \exp \frac{E_0}{RT}, \quad (4)$$

где A, B – константы; n – частота вращения КВ, мин^{-1} ; E_0 – энергия активации топлива, кДж/кмоль ; T – температура, К ; R – газовая постоянная.

Увеличение температуры на 10 °С сопровождается повышением скорости химической реакции в 4 раза, а при возрастании до 100 °С увеличивается до 1000 раз.

При повышении температуры возрастают скорость движения молекул и число соударений в 1,3 раза между ними.

Газовоздушная смесь эффективно сгорает в узком диапазоне $\alpha=1,6 \dots 1,8$.

Схема системы питания двигателя воздухом и газом приведена на рис. 13.

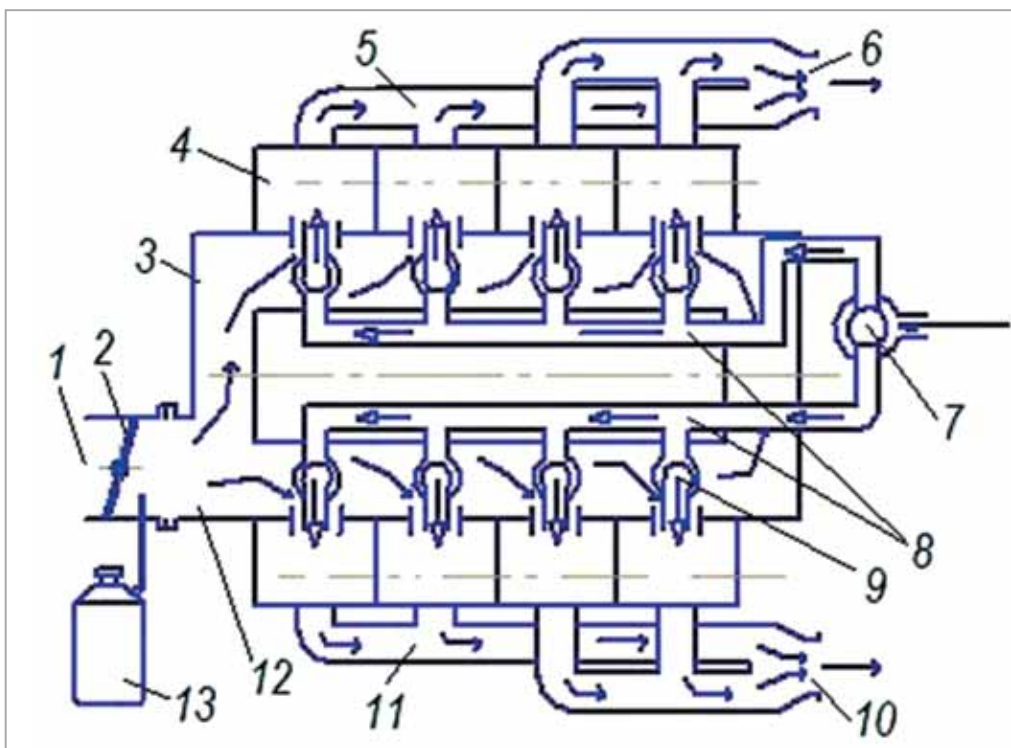


Рис. 13. Схема системы питания двигателя воздухом и газом:

1 – узел дроссельной заслонки; 2, 12 – впускные трубопроводы; 3 – блок двигателя; 4 – цилиндры двигателя; 5, 6 – правый блок выпускного трубопровода; 7 – фильтр очистки газа; 8 – газовый трубопровод; 9 – дозатор газа; 10, 11 – левый блок выпускных трубопроводов; 13 – лубрикатор

При работе двигателя на газе создаются условия для образования на соприкасающихся поверхностях (клапан и седло) оплавленных микроучастков и окисления продуктов износа. По данным ПАО «КАМАЗ», наблюдается повышенный износ поверхностей с нарушением теплообмена, выраженный проседанием клапана (рис. 14а,б).

Наиболее слабыми элементами являются сопряжения клапанов газораспределительного механизма. В эксплуатационных условиях происходило прогорание клапанов.

Материалы клапанов и седел, их размеры и устройство головки блока цилиндров являются основными факторами, влияющими на износ клапанов при работе на газе. Для компенсации влияния газа на износ клапанов на двигателях с высокой чувствительностью к такому износу можно установить газовую систему, совмещенную с устройствами, дозирующими специальные топливные добавки для улучшения теплообмена клапана с седлом. Примером такой добавки является жидкость Flash lube. Комплект Flash lube содержит емкость с жидкостью и дозирующее устройство. Емкость устанавливают под капот автомобиля, и жидкость подается специальным дозирующим устройством (лубрикатор) во впускной трубопровод после дроссельной заслонки.



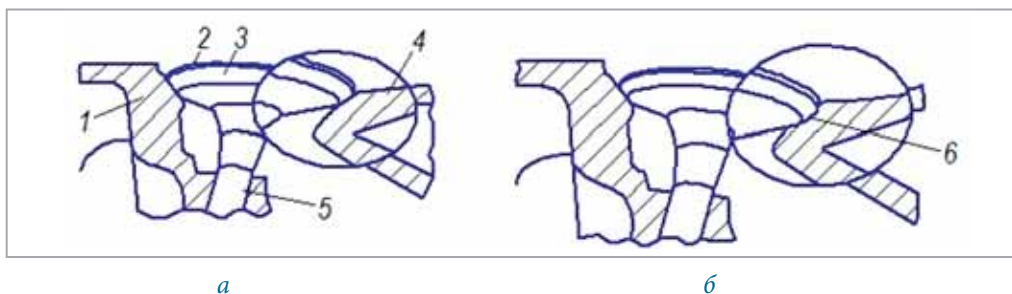


Рис. 14. Положение клапанов газораспределительного механизма газового двигателя: *а* – нормальное положение клапана; *б* – положение клапана после проседания; 1, 4 – гнезда; 2 – фаска клапана; 3 – тарелка клапана; 5 – стержень; 6 – деформированная поверхность

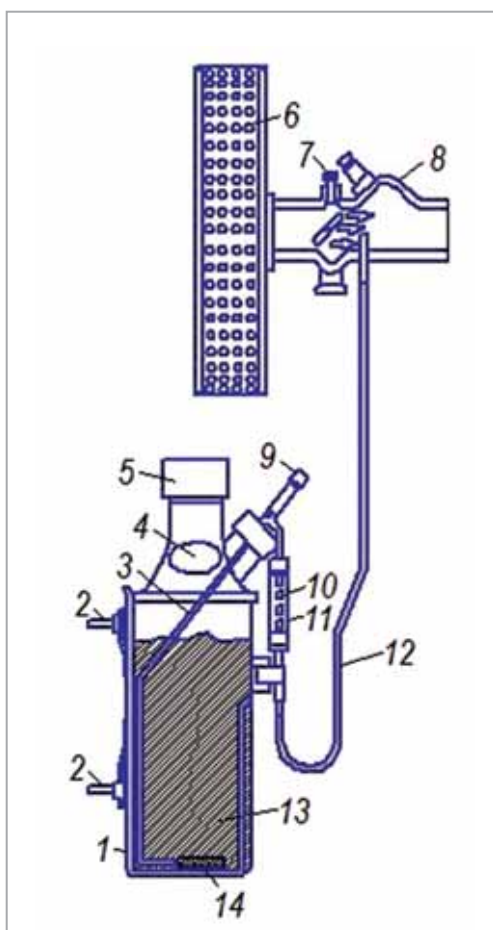


Рис. 15. Схема подачи специальной жидкости во впускной трубопровод инжекторного двигателя комплектом Flash lube:

1 – кронштейн для крепления; 2 – фиксирующие саморезы; 3 – заправочный трубопровод; 4 – паспорт; 5 – крышка дозатора; 6 – фильтр; 7, 9 – регулировочные винты; 8 – впускной трубопровод; 10 – дозатор газа; 11 – прозрачное стекло; 12 – соединительный шланг; 13 – жидкость; 14 – фильтр тонкой очистки

Схема подачи специальной жидкости во впускной трубопровод инжекторного двигателя комплектом Flash lube приведена на рис. 15.

Очистка воздуха в фильтре двухступенчатая. Первая ступень очистки – моноциклон, содержащий завихритель, установленный за входным патрубком. Вторая ступень очистки – фильтрующий элемент, который имеет наружный и внутренний кожухи. Очищенный воздух через тройник поступает к двум центробежным компрессорам и под избыточным давлением через охладитель поступает в цилиндр двигателя.

В составе технических газов в отличие от автомобильных содержится большое количество примесей (например, сера), не нормировано содержание непредельных углеводородов, а также маслянистых включений, называемых конденсатом. Эти примеси концентрируются на резинотехнических изделиях газовой аппаратуры, адсорбируют на себя одоранты, значительно повышая их местную концентрацию, что отрицательно сказывается на надежности работы газовой аппаратуры.

Эффективность использования лубриката Flash lube была проверена экспериментальными исследованиями. На двигателе установили приспособление для ввода жидкости во впускной трубопровод после дроссельной заслонки.

Результаты, представленные на рис. 16, демонстрируют преимущества использования Flash lube.

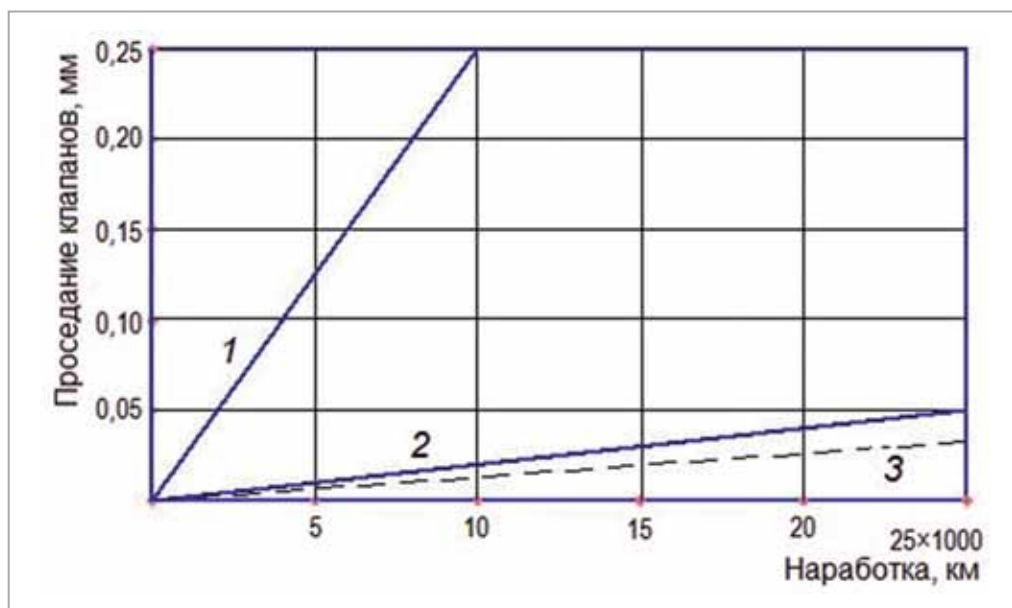


Рис. 16. Результаты исследования износа впускных и выпускных клапанов при работе на газе:

1 – впускной клапан без жидкости; 2 – выпускной клапан с жидкостью;
3 – впускной клапан без жидкости

Газ подается в испаренном состоянии, то есть при более высокой температуре. Сгорание при более высокой температуре вызывает дополнительный нагрев клапанов и седел. Углеводородный состав бензина содержит маслянистые углеводородные примеси. Для улучшения качества в него вводили присадки – антиоксиданты, ингибиторы коррозии, моющие вещества, добавки для повышения октанового числа, а также красители.

Если при работе на бензине поверхности соприкосновения клапана с седлом покрываются тонкой пленкой, которая снижает его износ, то при работе двигателя на газе, как уже говорилось выше, создаются условия для образования на соприкасающихся поверхностях оплавленных микроучастков и окисления продуктов износа. В результате наблюдается дополнительный износ, выраженный проседанием клапана.

Предельные значения содержания ВВ по тестам (Правило № 49 ЕСЕ) при использовании КПП приведены в табл. 1.

Таблица 1

Токсичность ОГ ГБА при работе на КПП

Содержание, г/(кВт·ч)	Евро-5	Газовый двигатель	Газодизель	Дизель с системой нейтрализации
СО	4,0	0,07	2,5	0,56
СН	0,55	0,34	0,12	0,02
NO _x	2,0	2,13	0,25	3,28
PM (твердые частицы)	0,5	0	0,35	0,018

Результаты оценки выбросов ВВ газобаллонного автомобиля на КПГ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Выброс ВВ ГБА на КПГ при работе на режиме XX

Вредное вещество	Контролируемый параметр, мг/м ³	Технический регламент п. 3 прил. 3, мг/м ³ , не более
Оксид углерода CO	2,70	5,0
Диоксид азота NO ₂	0,23	0,2
Оксид азота NO	0,12	0,4
Метан CH ₄	0	50

Система встроенной диагностики двигателя автоматически обеспечивает необходимый уровень токсичности в полном жизненном цикле автомобиля.

Система питания воздухом предназначена для очистки поступающего в двигатель воздуха от пыли, сжатия, охлаждения и распределения по цилиндрам. Система содержит датчик температуры входящего воздуха и датчик разрежения, размещенные во впускном трубопроводе.

Изменение параметров каталитического нейтрализатора в полном жизненном цикле автомобиля приведено на рис. 17.

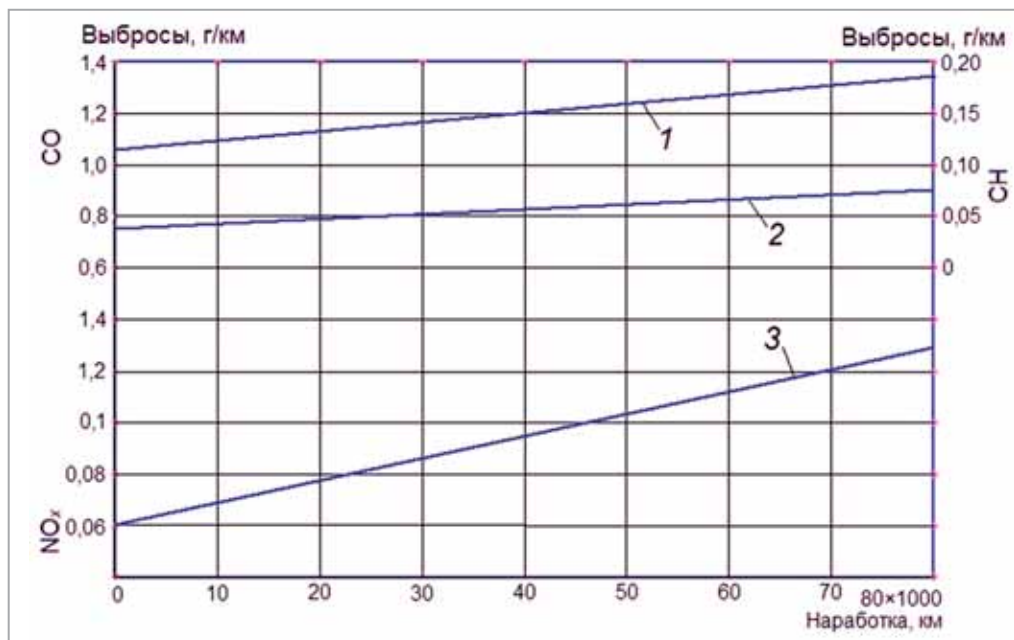


Рис. 17. Изменение экологических параметров каталитического нейтрализатора в полном жизненном цикле автомобиля:

1 – CO; 2 – CH; 3 – NO_x

Смесеобразование газового двигателя регулируется ЭБУ по сигналам λ-зонда. В зависимости от качества газа ЭБУ проводит адаптацию смесеобразования и дозирования газа. λ-зонд измеряет состав ОГ и посылает полученные результаты на ЭБУ. На основании полученного сигнала ЭБУ рассчитывает требуемые пропорции (воздух–газ). Для управления процессом смесеобразования ЭБУ ДВС измеряет время открытия клапанов подачи газа.

Как уже говорилось выше, наиболее слабыми элементами являются сопряжения клапанов газораспределительного механизма. В эксплуатационных условиях происходило прогорание клапанов. Бензин в отличие от газа впрыскивается во впускной трубопровод в распыленном жидком состоянии и охлаждает впускные клапаны. Газ же подается в испаренном состоянии, то есть при более высокой температуре. Сгорание при более высокой температуре вызывает дополнительный перегрев клапанов и седел.

Большая доля теплоты отводится от клапанов при контакте тарелок с седлами. Материалы клапанов и седел, их размеры и устройство головки блока цилиндров являются основными факторами, влияющими на износ клапанов при работе на газе.

Нарушение герметичности элементов системы питания сопровождается утечкой газа и создает угрозу безопасности [2, 5, 6]. Количественная оценка нарушения герметичности, характер опасности, методы выявления утечек, рекомендации по хранению (стоянка) неисправных газобаллонных автомобилей приведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры безопасности применения КПП

Величина утечки газа, см ³ /мин	Характер опасности	Методы выявления утечек
0,50	Незначительная; не опасная; экономические потери газа	Проверка мыльным раствором или спецжидкостью; электронный газосигнализатор; органолептические показатели (субъективная оценка)
20,0	Отсутствует опасность возгорания; безгаражное хранение (стоянка); значительные потери газа; падение давления в баллоне	Проверка мыльным раствором или спецжидкостью; электронный газосигнализатор; органолептические показатели (субъективная оценка)
100,0	Легко воспламеняемая; безопасная при безгаражном хранении (стоянка); экономические потери газа; падение давления в баллоне	Проверка мыльным раствором или спецжидкостью; электронный газосигнализатор; органолептические показатели (субъективная оценка)

За период проведения эксплуатационных испытаний агрегаты, узлы и системы газобаллонных автомобилей на КПП показали достаточно высокую надежность и работоспособность. Проведенная работа позволяет оценить достаточную безопасность эксплуатации ГБА. Газовое топливо уменьшает отложения как в самом двигателе, так и в системе питания, а также в меньшей степени загрязняет механическими примесями моторное масло. Это позволяет увеличить в 2-2,5 раза регламентируемые интервалы смены масла и масляных фильтров.

При работе ДВС на КПП не происходит смывание масляной пленки со стенок цилиндров. На головке блока цилиндров не образуется отложений углерода.

Поршневые кольца, из-за которых происходит изнашивание элементов ДВС, не закоксовываются. Моторесурс двигателя, работающего на КПГ в более благоприятных условиях, на 30...40 % выше по сравнению с бензином. Параметры системы зажигания отличаются стабильностью работы.

Применение КПГ в целом характеризуется достаточной безопасностью эксплуатации ГБА и его экономической эффективностью.

Литература

1. Ерохов В.И. и др. Перспективы использования природного газа на автомобильном транспорте // Автодорожник Украины. – 1981. – № 2. – С. 21-23.
2. Гамильтон А. Двухтопливная система Genesis Edge Dual-Fuel на грузовых автомобилях Volvo (Classic) FM460/FH460. Техническое описание системы Genesis Edge Dual-Fuel (проспект). 18.10.2013. – Volvo FM13 FH13. – С. 1-44.
3. Ерохов В.И. Экологическая эффективность газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 2. – С. 21-32.
4. Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика). Учеб. для вузов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2016. – 598 с.
5. Электронный ресурс. Volvo Diesel CGN Training (Rus).
6. Ерохов В.И., Карунин А.Л. Газодизельные автомобили (конструкция, расчет, эксплуатация). – М.: Граф–Пресс, 2005. – 558 с.

Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

В связи с тем, что Международный научно-технический журнал Национальной газомоторной ассоциации «Транспорт на альтернативном топливе» включен в обновленный Перечень ВАКа, просьба ко всем авторам строго выполнять следующие требования при подготовке статей к публикации:

1. Все научно-технические статьи должны иметь **на русском и английском языках** следующие составляющие:

заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, ученая степень (при наличии), контакты (e-mail, телефоны), аннотации, ключевые слова.

2. Все английские тексты следует набирать только строчными буквами, сохраняя начальные прописные буквы в именах собственных.

3. Авторы остальных публикаций (информационных, рекламных и т.д.) представляют на русском и английском языках: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, адрес и контакты (e-mail, телефоны).**

Редакция журнала также доводит до сведения авторов требования, которые необходимо соблюдать при подготовке статей для публикации.

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Объем статьи – не более 15 000 знаков с пробелами.

Представленный текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте. Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать

в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих ГОСТов. Текст и таблицы должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии и графические рисунки (не менее 300 dpi, CMYK) – в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопроводить их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы. При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ. Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию. В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц. Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Редакция оставляет за собой право размещать опубликованные статьи на сайтах журнала и Национальной газомоторной ассоциации. Редакция не передает и не продает материалы для публикации в других печатных и электронных изданиях без согласования с автором (представителем авторского коллектива).

Снижение выбросов неметановых углеводородов с отработавшими газами газового двигателя изменением его активного рабочего объема

Н.Н. Паграхальцев, профессор РУДН, д.т.н.,
П.П. Ощепков, доцент РУДН, к.т.н.,
Ш.Р. Лотфуллин, генеральный директор ООО «Био Интер»

Приводятся результаты расчетно-экспериментального исследования возможностей снижения среднеэксплуатационных выбросов суммарных и неметановых углеводородов газовым двигателем КАМАЗ, регулируемым отключением части цилиндров на режимах малых нагрузок и холостых ходов, то есть изменением его активного рабочего объема. Показано, что несмотря на то, что выброс суммарных углеводородов газовым двигателем превышает аналогичный показатель жидкотопливных ДВС, выбросы более вредных неметановых углеводородов у него существенно меньше. Регулирование двигателя отключением части цилиндров на режимах малых нагрузок способствует снижению выбросов на ~20...30 %.

Ключевые слова:

газовый двигатель, альтернативное топливо, природный газ, эксплуатационная топливная экономичность, снижение токсичности, малые нагрузки, отключение цилиндров, изменение активного рабочего объема двигателя.

Актуальной проблемой современности является повышение экономических и экологических качеств автомобильного транспорта. Успешное решение этой проблемы в значительной степени определяется возможностью использования в ДВС различных альтернативных топлив и прежде всего природного газа (ПГ) [1].

В странах ЕС к 2020 году планируется перевести на питание альтернативным топливом (преимущественно ПГ) порядка 25 % автомобильного парка. Это связано с рядом факторов. Например, разведанных запасов ПГ должно хватить примерно на 70 лет. Большинство стран имеют отлаженные сети транспортировки газа. ПГ позволяет с наименьшими затратами труда и средств достичь соответствия высоким экологическим требованиям, предъявляемым к автомобильному транспорту. Перевод на питание природным газом как бензиновых, так и дизельных двигателей способствует снижению выбросов сажи, канцерогенного бенз(α)пирена и оксидов азота. Правда, отмечается повышенный выброс монооксида углерода и несгоревших углеводородов, особенно на режимах малых нагрузок (МН) и холостых ходов (ХХ).

Экономический интерес к переходу на ПГ заключается не только в его пониженной стоимости по сравнению с традиционными жидкими топливами,

но и в возможности создания газовых ДВС на базе серийных, то есть конвертированием двигателей без существенного удорожания транспортного средства.

Известная проблема загруженности транспортных артерий, особенно в условиях мегаполисов, приводящая к росту режимов МН и ХХ двигателей, сопровождается повышенными расходами топлив и загрязнением окружающей среды вредными составляющими отработавших газов (ОГ) двигателей. Эта же проблема связана с тенденцией повышения динамических качеств автомобилей и их двигателей, все более форсированных по мощности.

Для улучшения среднеэксплуатационных показателей работы ДВС может применяться метод регулирования двигателя отключением части цилиндров на режимах МН [2]. Этот метод и соответствующие средства сравнительно широко и реально применяются на автомобильных бензиновых двигателях, реже – на автотракторных дизелях. Применение его на газовых двигателях изучено в меньшей степени.

Отключение части цилиндров, сопровождающееся повышением нагрузки на цилиндры, оставшиеся в работе (активные цилиндры), приводит к повышению удельной экономичности, снижению удельных выбросов большинства токсичных компонентов в соответствии с нагрузочными характеристиками двигателя. Для предварительной оценки (экспресс-оценка) возможностей повышения экономичности и экологичности работы двигателя в условиях эксплуатации путем отключения части цилиндров может быть применена расчетно-экспериментальная методика (математическая модель) [3], основанная на использовании экспериментально полученных универсальных характеристик двигателей, на которых в координатах нагрузки (например, крутящий момент M_e) и частоты вращения (n) нанесены параметрические кривые постоянных удельных расходов топлива (g_e), постоянных удельных выбросов оксидов углерода (g_{CO}), оксидов азота (g_{NOx}) и углеводородов (g_{THC} и g_{NMHC} , то есть суммарные и неметановые).

Анализ эффективности метода отключения цилиндров при работе на заданных режимах МН проводится путем сравнения показателей полноразмерного (ПР) двигателя и двигателя с отключаемыми цилиндрами (ОЦ). При этих сравнениях развиваемые двигателями (ПР и с ОЦ) крутящий момент (M_e), мощность (N_e) и выполняемая двигателем полная работа ($L_{полн}$) сохраняются на данном режиме МН неизменными. То есть воспользоваться этими параметрами как регулируемым при ОЦ нельзя. Также нельзя воспользоваться для сравнения показателями среднего эффективного давления (p_e) цилиндра или соответственно двигателя, так как они меняются на том же режиме МН в разных цилиндрах и не имеют физического смысла для всего двигателя с ОЦ, у которого при неизменности конструктивного параметра – рабочего объема – меняется активный рабочий объем, то есть сумма рабочих объемов не выключенных цилиндров. По существу для двигателя с ОЦ активный рабочий объем превращается в регулируемый параметр. В этих условиях целесообразно воспользоваться показателями удельной работы ($L_{уд}$), выполняемой каждым из двигателей (ПР или с ОЦ). Для полноразмерного двигателя выполняемая им удельная работа составляет

$$L_{уд}^{ПР} = L_{полн} / (i V_h) \text{ Дж/дм}^3, \quad (1)$$

где $i V_h$ – конструктивный показатель двигателя (его рабочий объем при общем числе цилиндров i и рабочем объеме одного цилиндра V_h).

Для двигателя с ОЦ при выполнении той же полной работы удельная работа составит

$$L_{уд}^{ОЦ} = L_{полн} / (z V_h) \text{ Дж/дм}^3, \quad (2)$$

где z – число активных цилиндров двигателя, а величина $z V_h$ – активный рабочий объем двигателя с ОЦ.

Таким образом, регулирование двигателя отключением цилиндров представляет собой регулирование (изменение) активного рабочего объема двигателя и, следовательно, изменение удельной работы, выполняемой двигателем с ОЦ.

При известном M_e полная работа, выполняемая полноразмерным двигателем (а, следовательно, и двигателем с ОЦ на этом же режиме МН), равна

$$L_{полн} = 2 \pi M_e \text{ Дж}. \quad (3)$$

А удельные работы составят соответственно:

$$L_{уд}^{ПР} = 2 \pi M_e / (i V_h) \text{ Дж/дм}^3, \quad (4)$$

$$L_{уд}^{ОЦ} = 2 \pi M_e / (z V_h) \text{ Дж/дм}^3. \quad (5)$$

Для того, чтобы воспользоваться универсальной характеристикой исследуемого двигателя, необходимо ординату M_e заменить ординатой $L_{уд}$, как это показано на рис. 1, где приведена экспериментальная универсальная характеристика по показателям удельных выбросов суммарных углеводородов газового двигателя КАМАЗ с моноподачей газа Econtrols [4].

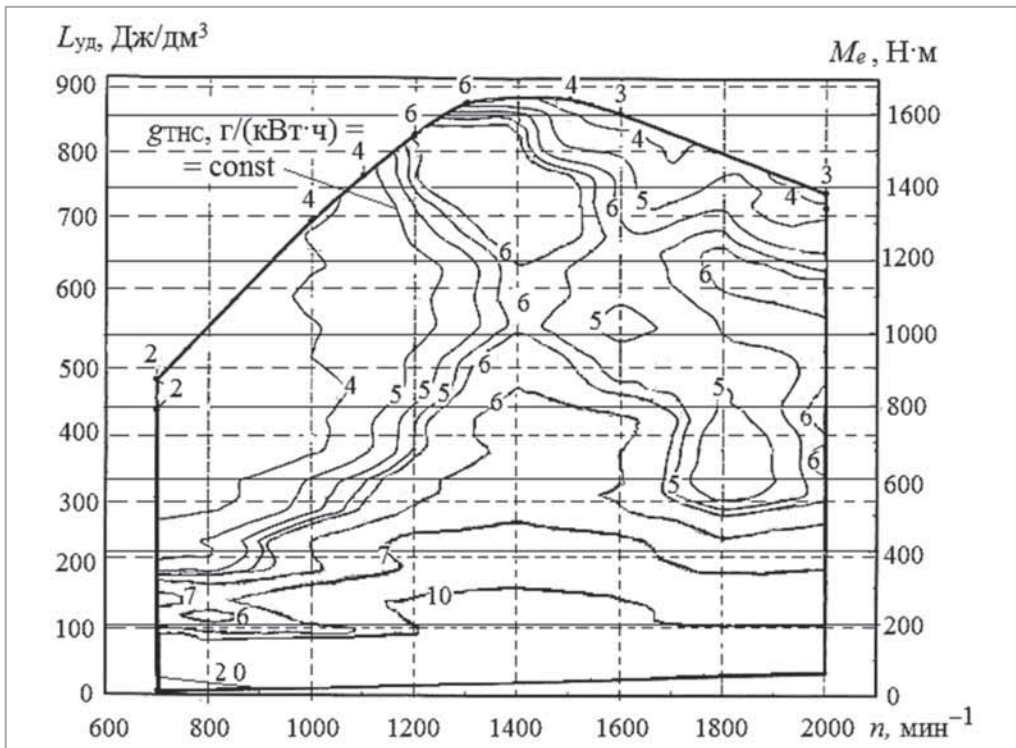


Рис. 1. Универсальная характеристика газового двигателя КАМАЗ по показателям удельных выбросов суммарных углеводородов (g_{THC}), снабженная ординатой удельной работы двигателя ($L_{уд}$). Шкала с ординатой M_e применима для полноразмерного двигателя, а шкала с ординатой $L_{уд}$ – для обоих вариантов двигателей (полноразмерного и регулируемого отключением цилиндров)

Проведенный ранее [5] численный эксперимент с применением указанной методики показал, что средний за цикл удельный расход топлива двигателя ПР при реализации 13-ступенчатого цикла составил $g_{e\text{ ср ц}} = 0,253$ кг/(кВт·ч). Здесь

$$g_{e\text{ ср ц}} = \frac{\sum_{j=1}^{13} (G_{\tau j} K_j)}{\sum_{j=1}^{13} (N_{ej} K_j)}, \text{ кг/(кВт·ч)},$$

где $G_{\tau j}$ и N_{ej} – часовой расход топлива и мощность в j -й ступени цикла; K_j – весовой фактор.

При регулировании двигателя на режимах МН отключением четырех цилиндров (то есть при регулировании по алгоритму $z = 4..8$) получено, что расход $g'_{e\text{ ср ц}}$ составил 0,221 кг/(кВт·ч). При применении алгоритма $z = \text{var}$ (то есть отключением разного числа цилиндров в зависимости от текущей нагрузки) расход составил $g''_{e\text{ ср ц}} = 0,213$ кг/(кВт·ч). Экономия топлива составляла соответственно около 13 и 16 % от расхода полноразмерного двигателя. При этом выбросы СО уменьшились соответственно на 35 и 40 %.

Изложенная математическая модель применима при условии, что абсолютные значения механических потерь в двигателях (M_m, N_m, L_m, p_m) как ПР, так и с ОЦ не зависят от нагрузки и числа активных цилиндров, а зависят только от частоты вращения вала двигателя. В реальных условиях эксплуатации могут существовать различные ограничения на реализацию метода отключения цилиндров [3, 5]. Тогда идеальные расчетные результаты могут быть снижены на 30...50 %.

В данной работе проведен анализ выбросов углеводородов. При этом нужно отметить следующее. Считается, что для автомобильных двигателей, работающих на ПГ, целесообразно введение двух норм на выбросы углеводородов: суммарных углеводородов (Total Hydrocarbons – ТНС) и неметановых углеводородов (Non-Methane Hydrocarbons – NMHC) [6]. Ограничение по NMHC должно быть строгим. А по метану – более мягким. Это связано с тем, что парниковая активность метана по сравнению с другими углеводородами невелика. Метан относительно инертен в атмосфере и не рассматривается как серьезное загрязнение. Кроме того, метан эффективно дожигается в существующих нейтрализаторах. Гораздо более опасны неметановые углеводороды, окисляющиеся в атмосферных условиях. Общее количество NMHC определяется вычитанием метана из общего количества углеводородов в обработавших газах.

В результате анализа характеристики (см. рис. 1) можно отметить следующее. Удельные выбросы суммарных углеводородов распределены по скоростным и нагрузочным режимам двигателя сравнительно равномерно. Резкое увеличение концентрации ТНС в ОГ отмечается лишь при малых нагрузках, особенно на низких частотах вращения, что связано, очевидно, с проблемой организации рабочего процесса двигателя на этих режимах из-за слишком малых, а, следовательно, трудно регулируемых цикловых подачах топлива и воздуха при сохранении необходимого уровня коэффициента избытка воздуха. В области минимальной частоты вращения и нагрузки, близкой к холостому ходу, нарушается процесс смесеобразования – сгорания, появляются пропуски воспламенения, что приводит к существенному выбросу несгоревшего газа.

С использованием указанной математической модели проведены численные эксперименты по оценке выбросов суммарных углеводородов газового двигателя КАМАЗ при реализации двигателем 13-ступенчатого испытательного цикла с равной продолжительностью ступеней и длительностью цикла 13 часов. Итак, зная величины $L_{уд}$, по универсальной характеристике (см. рис. 1) определяем значения g_{NMHC} .

Результаты расчетов приведены в табл. 1. Ступени 1, 7 и 13 13-ступенчатого цикла реализуются при 800 мин⁻¹, ступени 2-6 – при 1400 мин⁻¹, а ступени 4-12 – при 2000 мин⁻¹.

Таблица 1

Результаты расчетов по определению выбросов суммарных углеводородов (ТНС) при реализации газовым двигателем типа КАМАЗ 13-ступенчатого испытательного цикла

№№ ступени j	Доля M_e	M_e , Н·м	N_e , кВт	$L_{\text{полн}}$, Дж	$L_{\text{уд}}$, Дж/дм ³	$g_{\text{ТНС}}$, г/(кВт·ч)	$G_{\text{ТНС}}$, кг/ч	z	$L'_{\text{уд}}$, Дж/дм ³	$g'_{\text{ТНС}}$, г/(кВт·ч)	$G'_{\text{ТНС}}$, кг/ч
1	0,1	100	8	628	53	15	0,126	4	107	6	0,050
2	0,1	162	24	1 017	87	20	0,475	4	173	9	0,214
3	0,25	405	59	2 543	216	8	0,475	4	433	6,2	0,368
4	0,5	810	119	5 087	433	6,2	0,736	4	865	5	0,594
5	0,75	1 215	178	7 630	649	6	1,069	8	649	6,1	1,087
6	1	1 620	237	10 174	865	5	1,187	8	865	5	1,187
7	0,1	100	8	628	53	15	0,126	4	107	6	0,050
8	1	1 400	293	8 792	748	3	0,880	8	748	3	0,880
9	0,75	1 050	220	6 594	561	6	1,319	8	561	6	1,319
10	0,5	700	147	4 396	374	6	0,880	4	748	3	0,440
11	0,25	350	73	2 198	187	7	0,513	4	374	6	0,440
12	0,1	140	29	879	75	15	0,440	4	150	8	0,235
13	0,1	100	8	628	53	15	0,126	4	107	6	0,050

Суммарный выброс ТНС полноразмерным двигателем при реализации

13-ступенчатого испытательного цикла составил $\sum_1^{13} G_{\text{ТНС}} = 8,35$ кг.

Средний за цикл часовой выброс ТНС составил $G_{\text{ТНС ср ц}} = 8,35/13 = 0,642$ кг/ч.

Удельный средний за цикл выброс ТНС ПР двигателем $g_{\text{ТНС ср ц}} = 5,94$ г/(кВт·ч).

Суммарный выброс ТНС при реализации цикла с регулированием двигателя отключением четырех цилиндров на МН, то есть при алгоритме $z = 4 \dots 8$, составил

$$\sum_1^{13} G'_{\text{ТНС}} = 6,91 \text{ кг.}$$

Средний за цикл часовой выброс ТНС составил $G'_{\text{ТНС ср ц}} = 6,91/13 = 0,532$ кг/ч.

Удельный выброс ТНС составил $g'_{\text{ТНС ср ц}} = 4,92$ г/(кВт·ч).

Таким образом, отключение четырех цилиндров на режимах малых нагрузок 13-ступенчатого цикла позволяет снизить выбросы ТНС на величину до ~17 %.

При регулировании двигателя с применением более сложного алгоритма регулирования $z = \text{var}$ эффективность метода повышается. Суммарный выброс ТНС при реализации цикла с регулированием двигателя по алгоритму $z = \text{var}$ составил

$$\sum_1^{13} G''_{\text{ТНС}} = 5,62 \text{ кг.}$$

Средний за цикл часовой выброс ТНС составил $G''_{\text{ТНС ср ц}} = 5,62/13 = 0,432$ кг/ч.

Удельный выброс ТНС составил $g''_{\text{ТНС ср ц}} = 4,0$ г/(кВт·ч).

Таким образом, отключение переменного числа цилиндров в зависимости от нагрузки на режимах МН 13-ступенчатого цикла позволяет снизить выбросы ТНС на величину до 32 % (рис. 2).

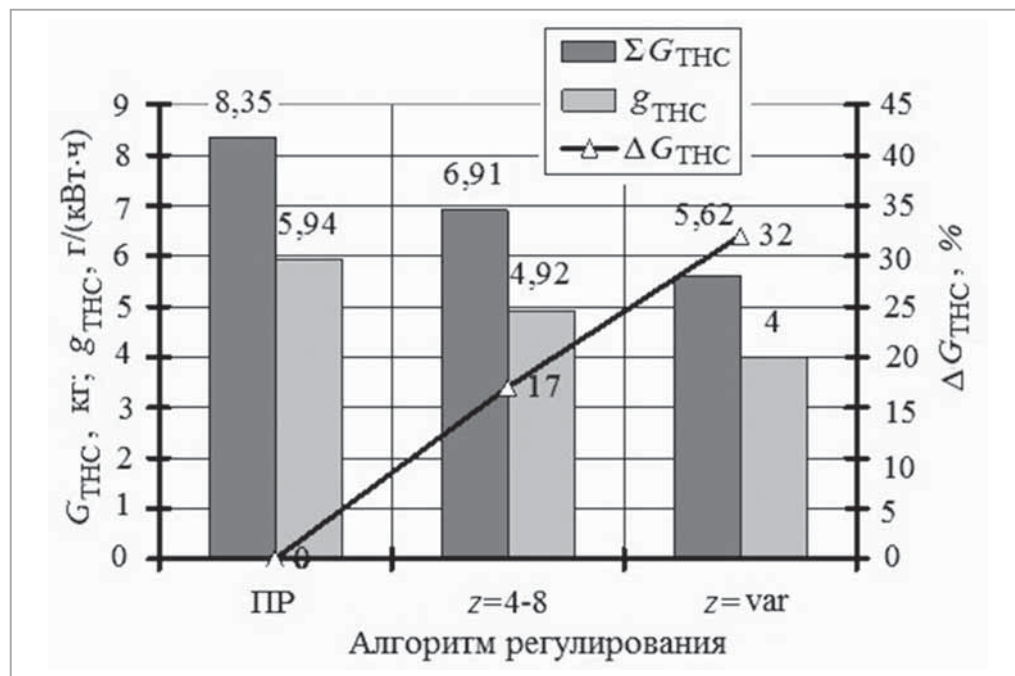


Рис. 2. Влияние алгоритма регулирования газового двигателя КАМАЗ отключением цилиндров на выбросы общих углеводородов ($G_{\text{ТНС}}$) и изменение этих выбросов ($\Delta G_{\text{ТНС}}$) по сравнению с выбросами полноразмерного двигателя на тех же режимах малых нагрузок 13-ступенчатого испытательного цикла

Таблица 2

Результаты расчетов выбросов NMHC полноразмерного двигателя и двигателя с отключением четырех цилиндров на режимах малых нагрузок (алгоритм регулирования $z = 4...8$)

№№ ступени j	Доля M_c	M_c , Н·м	N_c , кВт	$L_{\text{полн}}$, Дж	$L_{\text{уд}}$, Дж/дм ³	g_{NMHC} , г/(кВт·ч)	G_{NMHC} , кг/ч	z	$L'_{\text{уд}}$, Дж/дм ³	g'_{NMHC} , г/(кВт·ч)	G'_{NMHC} , кг/ч
1	0,1	100	8	628	53	5	0,042	4	107	1,19	0,0100
2	0,1	162	24	1 017	87	3,2	0,0712	4	173	1,65	0,0392
3	0,25	405	59	2 543	216	1,5	0,0891	4	433	1,05	0,0623
4	0,5	810	119	5 087	433	1,05	0,1247	4	865	0,85	0,1009
5	0,75	1 215	178	7 630	649	0,89	0,1585	8	649	0,89	0,1585
6	1	1 620	237	10 174	865	0,8	0,1900	8	865	0,85	0,2019
7	0,1	100	8	628	53	5	0,0419	4	107	1,19	0,0100
8	1	1 400	293	8 792	748	0,5	0,1466	8	748	0,5	0,1466
9	0,75	1 050	220	6 594	561	1,2	0,2639	8	561	1,2	0,2639
10	0,5	700	147	4 396	374	1,25	0,1832	4	748	0,5	0,0733
11	0,25	350	73	2 198	187	1,55	0,1136	4	374	1,2	0,0880
12	0,1	140	29	879	75	3,2	0,0938	4	150	1,6	0,0469
13	0,1	100	8	628	53	5	0,0419	4	107	1,19	0,0100

Далее показано влияние изменения активного рабочего объема газового двигателя КАМАЗ, работающего по 13-ступенчатому циклу, на выбросы неметановых углеводородов g_{NMHC} (рис. 3). Результаты моделирования сведены в табл. 2.

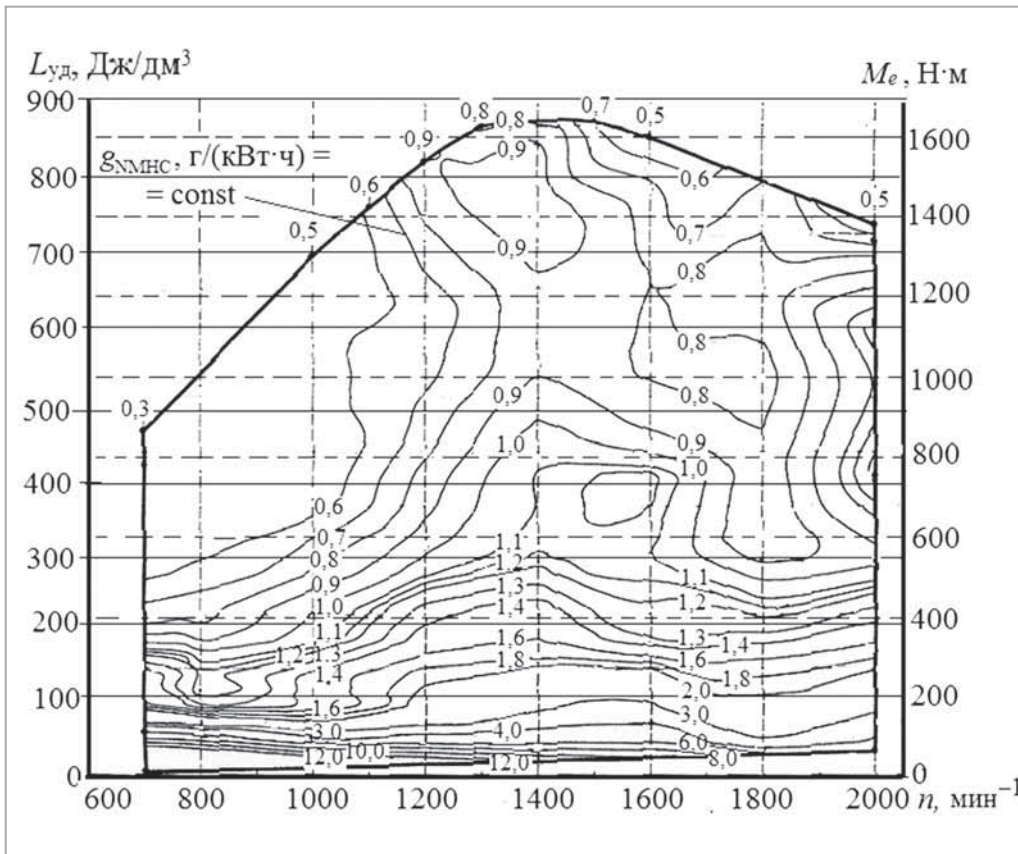


Рис. 3. Универсальная характеристика газового двигателя КАМАЗ по показателям удельных выбросов неметановых углеводородов (g_{NMHC}), снабженная ординатой удельной работы двигателя ($L_{\text{уд}}$)

Суммарный выброс NMHC при реализации 13-ступенчатого цикла полноразмерным двигателем составил $\sum_1^{13} G_{\text{NMHC}} = 1,56$ кг.

Средний за цикл часовой выброс NMHC составил $G_{\text{NMHC ср ц}} = 1,56/13 = 0,12$ кг/ч.

Удельный выброс NMHC полноразмерным двигателем за цикл составил $g_{\text{NMHC ср ц}} = 1,11$ г/(кВт·ч). Суммарный выброс NMHC при реализации цикла с регулированием двигателя (с ОЦ) по алгоритму $z = 4 \dots 8$ составил

$$\sum_1^{13} G'_{\text{NMHC}} = 1,182 \text{ кг.}$$

Средний за цикл часовой выброс NMHC составил $G'_{\text{NMHC ср ц}} = 1,2114/13 = 0,093$ кг/ч. Удельный выброс NMHC составил $g'_{\text{NMHC ср ц}} = 0,861$ г/(кВт·ч).

Таким образом, отключение четырех цилиндров на режимах малых нагрузок 13-ступенчатого цикла позволяет снизить выбросы NMHC на величину до 24 %. А при алгоритме регулирования $z = \text{var}$ – до 39 % по сравнению с полноразмерным двигателем в зависимости от алгоритма регулирования.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило возможность снижения выбросов суммарных и, что особенно важно, неметановых углеводородов (рис.4) с отработавшими газами газового двигателя изменением его активного рабочего объема, что достигнуто отключением части цилиндров при работе двигателя на режимах малых нагрузок.

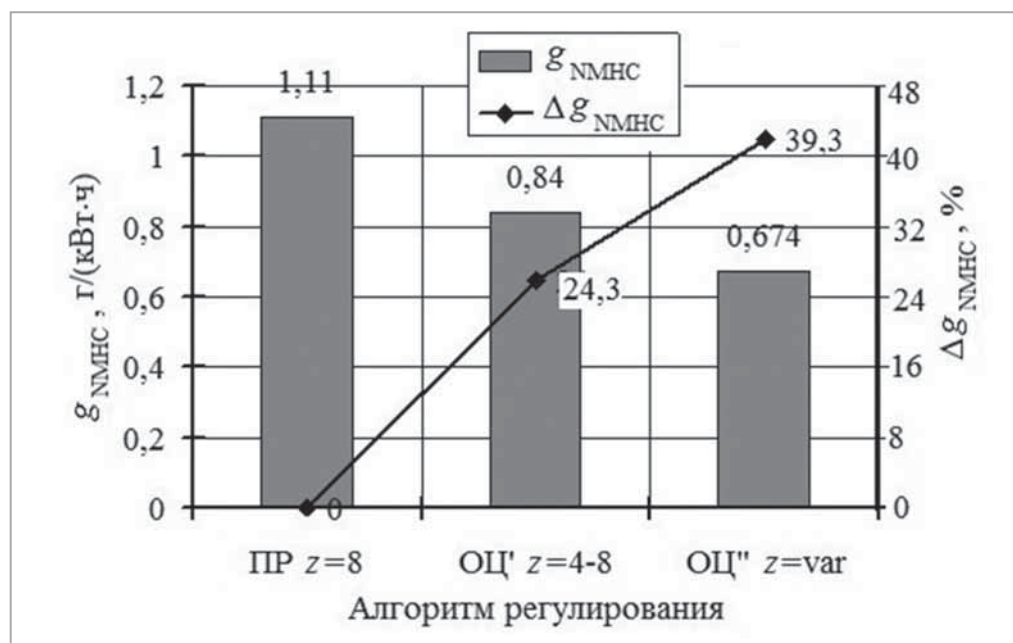


Рис. 4. Влияние алгоритма регулирования газового двигателя КАМАЗ (при реализации 13-ступенчатого цикла) на удельные (g_{NMHC}) выбросы неметановых углеводородов и на выигрыши в выбросах (Δg_{NMHC}) благодаря отключению цилиндров (изменение удельной работы):

$z=8$ – работа полноразмерного двигателя (на всех цилиндрах); $z=4...8$ – работа двигателя с отключением четырех цилиндров на режимах малых нагрузок; $z=var$ – работа двигателя с отключением разного числа цилиндров в зависимости от уровня нагрузки

Литература

1. Патрахальцев Н.Н. Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 267 с.
2. Балабин В.Н. Регулирование транспортных двигателей отключением части цилиндров. Монография. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 143 с.
3. Оценка возможности повышения экономичности автомобиля регулированием рабочего объема двигателя / Н.Н. Патрахальцев, И.А. Петруня, Р.О. Камышников, Э.А. Савастенко // Автомобильная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 10-12.
4. Селиванов С.В. Газовые двигатели с системой питания Econtrols. Презентация. КАМАЗ – центр, 2015. – 36 с.
5. Патрахальцев Н.Н., Виноградов Л.В., Лотфуллин Ш.Р. Повышение экономичности газового двигателя КАМАЗ отключением части цилиндров на режимах малых нагрузок // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 1 (55). – С. 31-35.
6. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для высшей школы. – 2-е изд., испр. и доп. – Академический Проект, 2004. – 400 с.

Использование смесей нефтяного дизельного топлива и рыжикового масла в качестве моторного топлива

В.А. Марков, профессор, заведующий кафедрой «Поршневые двигатели» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), д.т.н.,
С.С. Лобода, инженер ООО «ВАЙТЕКС» (г. Реутов Московской области),
Инь Мин, магистрант кафедры «Поршневые двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Китай

Показаны преимущества использования топлив растительного происхождения в качестве моторных топлив. Рассмотрены возможные пути использования рыжикового масла в качестве топлива для дизеля. Проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С, работающего на смесях дизельного топлива и рыжикового масла различного состава. Подтверждена возможность улучшения показателей токсичности отработавших газов при использовании этих смесей в качестве топлива для автомобильных и тракторных дизелей.

Ключевые слова:

дизельный двигатель, нефтяное дизельное топливо, альтернативное топливо, растительное масло, рыжиковое масло, смесевое биотопливо.

Современный этап развития двигателестроения характеризуется расширением использования различных альтернативных топлив [1-3]. При этом привлекательным представляется применение биотоплив, вырабатываемых из растительного сырья [4-6]. Кроме практически неисчерпаемой сырьевой базы для производства таких биотоплив, к их преимуществам следует отнести и хорошие экологические свойства, проявляющиеся как при производстве биотоплив, так и при их сжигании в двигателях внутреннего сгорания [7, 8].

Применительно к дизелям перспективными считаются биотоплива, производимые из растительных масел [4-6]. К масличным культурам относится более 150 видов растений, и они занимают значительное место в сельскохозяйственном производстве. В условиях Российской Федерации наиболее значимыми с точки зрения применения в качестве моторных топлив являются подсолнечное и рапсовое масла. При этом в отечественной масложировой промышленности ведущее место занимает производство подсолнечного (86,84 % от всего производства масел), соевого (7,96 %), рапсового (4,84 %), горчичного (0,11 %), кукурузного (0,04 %) и льняного (0,03 %) растительных масел [9].

Вместе с тем известны и другие масличные культуры, которые можно использовать при производстве биотоплив. К ним относится и перспективная для условий



Российской Федерации масличная культура – рыжик (его часто называют «ложным льном») [10-12]. Рыжик (лат. *Camelina*) – род травянистых растений семейства Капустные. Это однолетние травы, семена которых содержат 33...42 % масла. Из этих семян холодным прессованием или экстракцией получают рыжиковое масло (РМ).

Родиной рыжика принято считать юго-восточную Азию и восточную Европу. Это дикорастущее растение весьма неприхотливо и сродни сорнякам. Однако оно уже давно обратило на себя внимание селекционеров и сегодня успешно культивируется на полях России и ряда европейских стран. Основные посевные площади, отведенные под эту культуру, сосредоточены в Волгоградской, Воронежской, Ростовской, Саратовской, Тамбовской, Пензенской, Ульяновской областях и республике Калмыкия. Вместе с тем он может успешно культивироваться и в Сибири.

Различные растительные масла сходны по своему составу и могут быть использованы в качестве дизельных моторных топлив. Основным препятствием сжигания в дизелях чистых растительных масел являются их высокая вязкость и коксуемость в условиях камеры сгорания (КС) дизеля. Это приводит к отложениям кокса на поверхностях КС, в первую очередь – на распылителях форсунок.

Из растительных масел получают метиловый, этиловый или бутиловый эфиры, которые имеют существенно меньшую вязкость, и используют их в качестве либо самостоятельных топлив, либо в смесях с нефтяными топливами [5, 6]. В сельской местности, где отсутствует инфраструктура для производства указанных эфиров, наиболее привлекательным способом применения растительных масел в качестве моторного топлива представляется работа дизеля на смесях нефтяного дизельного топлива (ДТ) с растительными маслами с небольшим содержанием последних. Эти два компонента хорошо смешиваются в любых пропорциях, образуя стабильные смеси. При этом растительные масла можно рассматривать как кислородсодержащие присадки (оксигенаты), значительно улучшающие экологические характеристики нефтяных ДТ.

Возможность использования растительных масел в качестве моторных топлив определяется составом и строением их молекул. Молекулы растительных масел включают атомы углерода (76...78 % по массе), водорода (10...12 %) и кислорода (10...12 %) [5]. Основой растительных масел являются жирные кислоты, в молекулах которых углеводородный радикал (типа CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 и т.д.) соединен с одной карбоксильной группой COOH . При этом структурные формулы жирных кислот, входящих в состав растительных масел, сходны со структурными формулами углеводородов дизельного топлива. Эти масла состоят главным образом (на 95...97 %) из триацилглицеридов – органических соединений, сложных эфиров глицерина и различных жирных кислот. Ацилглицериды, в свою очередь, включают молекулы различных жирных (карбоновые) кислот, связанных с молекулой глицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$. Растительные масла содержат, в основном, жирные кислоты с четным числом атомов углерода (например, C_{14} , C_{16} , C_{18} и др.). При этом в состав растительных масел входят как ненасыщенные (олеиновая, линолевая, линоленовая и др.), так и насыщенные жирные кислоты (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая и др.). Молекулы насыщенных жирных кислот не имеют двойных связей, а в ненасыщенных жирных кислотах присутствуют одна-три двойные связи. Жирнокислотный состав рыжикового масла представлен в табл. 1 [13].

**Жирнокислотный состав нерафинированного
рыжикового масла**

Жирная кислота	Формула состава	Условная формула состава	Массовое содержание, %
Лауриновая	$C_{12}H_{24}O_2$	C 12:0	0,02
Миристиновая	$C_{14}H_{28}O_2$	C 14:0	0,09
Пентадекановая	$C_{15}H_{30}O_2$	C 15:0	0,02
Пальмитиновая	$C_{16}H_{32}O_2$	C 16:0	5,36
Гексадеценовая	$C_{16}H_{30}O_2$	C 16:1	0,04
Пальмитоолеиновая	$C_{16}H_{30}O_2$	C 16:1 – 9-цис	0,09
Гексадекадиеновая	$C_{16}H_{28}O_2$	C 16:2	0,01
Маргариновая	$C_{17}H_{34}O_2$	C 17:0	0,05
Гептадеценовая	$C_{17}H_{32}O_2$	C 17:1	0,04
Стеариновая	$C_{18}H_{36}O_2$	C 18:0	2,26
Олеиновая	$C_{18}H_{34}O_2$	C 18:1 – 9-цис	14,83
Вакценовая	$C_{18}H_{34}O_2$	C 18:1 – 11-транс	0,80
Линолевая	$C_{18}H_{32}O_2$	C 18:2 – ω-6	17,37
γ-Линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	C 18:3 – ω-6	0,14
α-Линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	C 18:3 – ω-3	37,71
Арахидиновая	$C_{20}H_{40}O_2$	C 20:0	1,06
Гондоиновая	$C_{20}H_{38}O_2$	C 20:1	12,72
Эйкозеновая	$C_{20}H_{38}O_2$	C 20:1	0,36
Эйкозодиеновая	$C_{20}H_{36}O_2$	C 20:2	1,88
Эйкозотриеновая	$C_{20}H_{34}O_2$	C 20:3	1,54
Бегеновая	$C_{22}H_{44}O_2$	C 22:0	0,22
Эруковая	$C_{22}H_{42}O_2$	C 22:1	2,35

Примечание: после названия жирной кислоты приведены формула состава и условная формула состава, в которой первая цифра соответствует числу атомов углерода, а вторая – числу двойных связей в молекуле.

Жирнокислотный состав рыжикового масла несколько отличается от аналогичного состава наиболее распространенного в России подсолнечного масла (табл. 2) [5, 14]. Так, если подсолнечное масло богато линолевой кислотой, то рыжиковое – линоленовой кислотой, имеющей три ненасыщенные связи. В связи с этим рыжиковое масло менее стабильно в окислительных процессах по сравнению с подсолнечным. Низкая окислительная стабильность (высокая окисляемость) рыжикового масла обуславливает его ограниченное время хранения.

Таблица 2

Жирнокислотный состав подсолнечного и льняного масел

Масло	Массовая доля жирных кислот, %					
	Насыщенные жирные			Ненасыщенные жирные		
	Миристиновая	Пальмитиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая
Подсолнечное	0...0,2	5,6...7,6	2,7...6,5	14,0...39,4	48,3...74,0	0...0,3
Рыжиковое	0...0,2	5,0...7,0	2,0...2,5	12,0...20,0	14,0...22,0	35,0...39,0

Целью предлагаемого исследования являлся анализ показателей транспортного дизеля, работающего на смесях нефтяного ДТ и рыжикового масла. При этом исследовано рыжиковое нерафинированное масло производства ООО ПК «Сарепта-ПомидорПром» (г. Волгоград), а также его смеси с нефтяным ДТ марки Л по ГОСТ 305–82, содержащие 5 и 10 % (по объему) рыжикового масла. Некоторые физико-химические свойства ДТ, РМ и указанных смесей представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические свойства исследуемых топлив

Показатель	Топлива			
	ДТ	РМ	Смесь 95 % ДТ и 5 % РМ	Смесь 90 % ДТ и 10 % РМ
Плотность при 20 °С, кг/м ³	830	910	834	838
Вязкость кинематическая, мм ² /с при 20 °С при 40 °С	3,8 2,3	57,7 22,7	4,4 –	5,8 –
Коэффициент поверхностного натяжения при 20 °С, мН/м	27,1	29,8	–	–
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 500	37 500	42 200	42 000
Цетановое число	45	37	–	–
Температура самовоспламенения, °С	250	310	–	–
Температура помутнения, °С	–25	–14	–	–
Температура застывания, °С	–35	–22	–	–
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,31	12,52	14,23	14,13
Содержание, % по массе С Н О	87,0 12,6 0,4	77,6 11,8 10,6	86,5 12,6 0,9	86,1 12,5 1,4
Общее содержание серы, % по массе	0,20	0,002	0,190	0,182

Примечание: «–» – свойства не определялись; для смесей указано объемное процентное содержание компонентов.

По данным табл. 3 следует отметить, что рассматриваемые смесевые биотоплива, содержащее 5 и 10 % РМ, имеют повышенные плотность и вязкость. Вместе с тем эти их свойства достаточно близки к аналогичным свойствам ДТ (см. табл. 3). Незначительно отличаются между собой и другие физико-химические свойства нефтяного ДТ и исследуемых смесей ДТ и РМ, в частности их цетановое число и теплотворная способность. Это позволяет исследовать работу дизеля на этих смесях без изменения исходных регулировок дизеля.

Проведен ряд исследований работы дизелей на смесях нефтяного дизельного топлива и рыжикового масла [15, 16]. Однако в этих исследованиях не определялись показатели токсичности ОГ дизелей. Для подтверждения возможностей использования этих смесей в качестве моторного топлива и снижения токсичных выбросов с ОГ проведены экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С (4ЧН 11/12,5) Минского моторного завода. Эти дизели устанавливаются на малотоннажные грузовые автомобили ЗиЛ-5301 «Бычок», а также на автобусы Павловского автобусного завода (ПАЗ) и тракторы «Беларусь». Некоторые параметры исследуемого дизеля приведены в табл. 4.

Таблица 4

Некоторые параметры дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5)

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D , мм	110
Ход поршня S , мм	125
Общий рабочий объем iV_p , л	4,32
Степень сжатия ϵ	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-пленочное смесеобразование
Номинальная частота вращения n , мин ⁻¹	2 400
Номинальная мощность N_e , кВт	80
Механизм газораспределения	Клапанного типа с верхним расположением клапанов
Система охлаждения	Водяная, принудительная
Система смазки	Принудительная, с разбрызгиванием
Фильтр масляный	Сетчатый
Насос масляный	Шестеренчатый
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа РР4М10U1f фирмы Motorpal с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов L_p , мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Куроаппаратура» (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы Motorpal типа DOP 119S534 с пятью словыми отверстиями диаметром $d_p=0,34$ мм и проходным сечением $\mu_p f_p=0,250$ мм ²
Давление начала впрыскивания форсунок p_{ϕ} , МПа	21,5

Дизель исследован на моторном стенде на режимах внешней скоростной характеристики (ВСХ) и 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН. Настройки дизеля по установочному углу опережения впрыскивания топлива (13° поворота коленчатого вала до ВМТ) и положению упора дозирующей рейки (упор максимальной подачи топлива) оставались неизменными при использовании всех рассматриваемых видов топлива. Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность ОГ определялась с помощью ручного дымомера МК-3 фирмы Hartridge (Великобритания) с погрешностью измерения $\pm 1\%$. Концентрации NO_x , CO , CH в ОГ определялись газоанализатором SAE-7532 японской фирмы Yanaco с погрешностями измерения указанных компонентов $\pm 1\%$.

На первом этапе исследований проведены испытания дизеля типа Д-245.12С на нефтяном ДТ и на смеси 90 % ДТ и 10 % РМ на режимах ВСХ. Результаты этих исследований представлены на рис. 1.

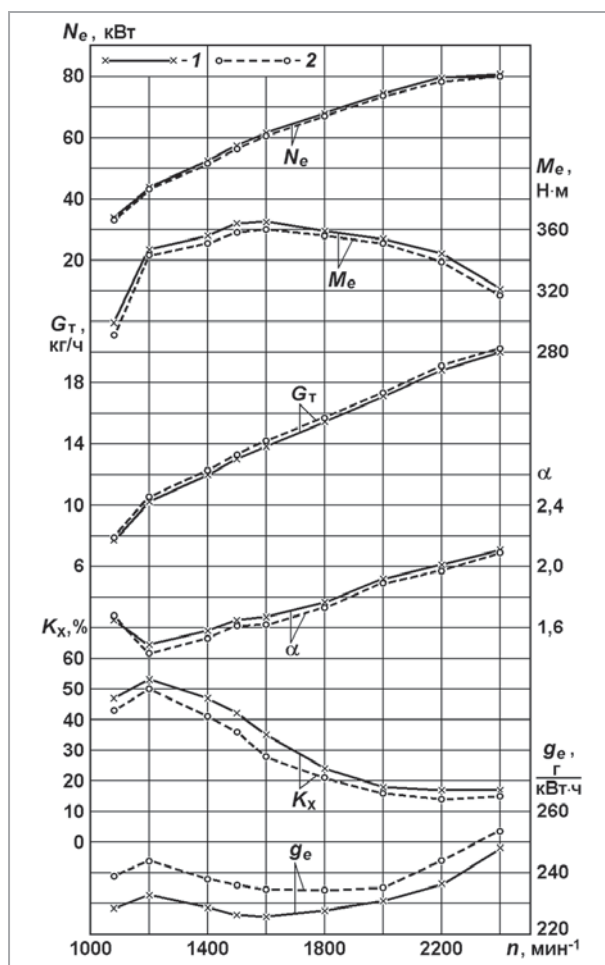


Рис. 1. Зависимость эффективной мощности N_e , крутящего момента M_e , часового расхода топлива G_t , коэффициента избытка воздуха α , дымности ОГ K_x и удельного эффективного расхода топлива g_e дизеля типа Д-245.12С от частоты вращения n коленчатого вала на режимах ВСХ: 1 – ДТ; 2 – смесь 90 % ДТ и 10 % РМ

Как отмечено выше, исследуемое смешанное биотопливо имеет физические свойства, приближающиеся к свойствам ДТ. Но его плотность и вязкость все-таки несколько выше аналогичных свойств ДТ (см. табл. 3). Поэтому при переходе от ДТ к смеси 90 % ДТ и 10 % РМ отмечено небольшое увеличение часового расхода топлива G_t и некоторое уменьшение коэффициента избытка воздуха α . Однако крутящий момент двигателя M_e и его эффективная мощность N_e изменились незначительно (см. рис. 1 и табл. 5). В то же время из-за наличия в молекулах РМ атомов кислорода теплотворная способность смешанного биотоплива была несколько ниже теплотворной способности ДТ. Это привело к тому, что при использовании смеси 90 % ДТ и 10 % РМ на всех исследуемых режимах удельный эффективный расход топлива g_e оказался несколько выше, чем при работе на ДТ. В частности, при переходе с ДТ на указанную смесь на режиме максимальной мощности с частотой вращения коленчатого вала $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ удельный эффективный расход топлива g_e увеличился от 248,2 до 253,6 г/(кВт·ч), а на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ – от 226,2 до 235,9 г/(кВт·ч). Но при этом эффективный КПД дизеля η_e на этих режимах изменился незначительно – снизился на 1...2 % (см. табл. 5).

Таблица 5

**Показатели дизеля типа Д-245.12С, работающего на нефтяном ДТ
и его смесях с рыжиковым маслом**

Показатели	Топлива		
	ДТ	Смесь 95 % ДТ и 5 % РМ	Смесь 90 % ДТ и 10 % РМ
Часовой расход топлива G_t , кг/ч на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	20,00 13,00	20,19 13,16	20,23 13,30
Крутящий момент дизеля M_e , Н·м на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	321 364	318 363	317 358
Удельный эффективный расход топлива g_e , г/(кВт·ч) на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	248,2 226,2	252,1 230,1	253,6 235,9
Эффективный КПД дизеля η_e на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	0,341 0,374	0,338 0,371	0,338 0,363
Дымность ОГ K_x , % по шкале Хартриджа на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	17 42	16 39	15 36
Интегральные на режимах 13-режимного цикла эффективные показатели двигателя эффективный расход топлива $g_{e_{усл}}$, г/(кВт·ч) эффективный КПД $\eta_{e_{усл}}$	244,63 0,346	250,22 0,341	255,57 0,335
Интегральные на режимах 13-режимного цикла удельные массовые выбросы, г/(кВт·ч) оксидов азота e_{NOx} монооксида углерода e_{CO} несгоревших углеводородов e_{CH}	5,911 2,184 0,675	5,783 2,127 0,660	5,341 1,853 0,585

Вместе с тем наличие в молекулах РМ атомов кислорода привело к заметному уменьшению дымности ОГ дизеля, работающего на смесевом биотопливе. Так, на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ переход с ДТ на смесь 90 % ДТ и 10 % РМ сопровождался снижением дымности ОГ K_x от 17 до 15 % по шкале Хартриджа, а на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ – от 42 до 36 % по той же шкале (см. табл. 5).

На втором этапе испытаний дизель Д-245.12С исследовался на режимах 13-режимного испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН. Режимы этого цикла показаны на рис. 2, а результаты исследований дизеля на этих режимах представлены на рис. 3-6 и в табл. 5.

Как отмечено выше, использование смеси 90 % ДТ и 10 % РМ на режимах ВСХ привело к некоторому росту часового расхода топлива G_t (см. рис. 1). Эта тенденция отмечена и на режимах 13-режимного испытательного цикла. Так, при переводе дизеля с ДТ на указанную смесь на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ величина G_t возросла от 19,76 до 20,13 кг/ч, а на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ – от 13,00 до 13,30 кг/ч (см. рис. 3).

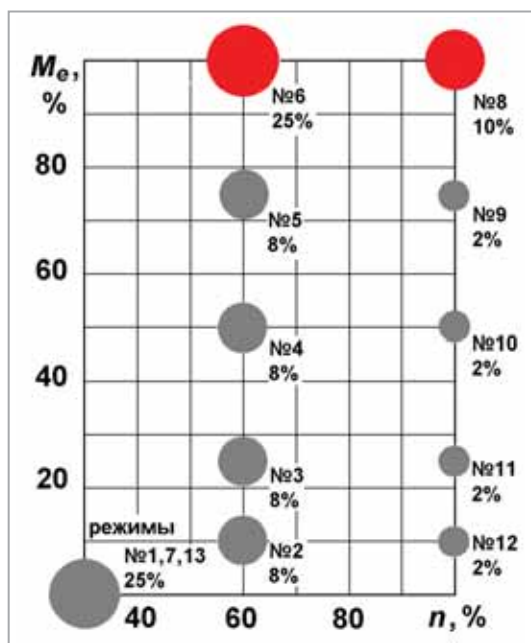


Рис. 2. Испытательный 13-режимный цикл ECE R49 для оценки токсичности ОГ дизелей в стендовых условиях. Около точки каждого режима указаны его номер и доля в общем объеме времени работы. Красным цветом выделены режимы максимальной мощности (№ 6) и максимального крутящего момента (№ 8), отличающиеся наибольшим выбросом токсичных компонентов с ОГ

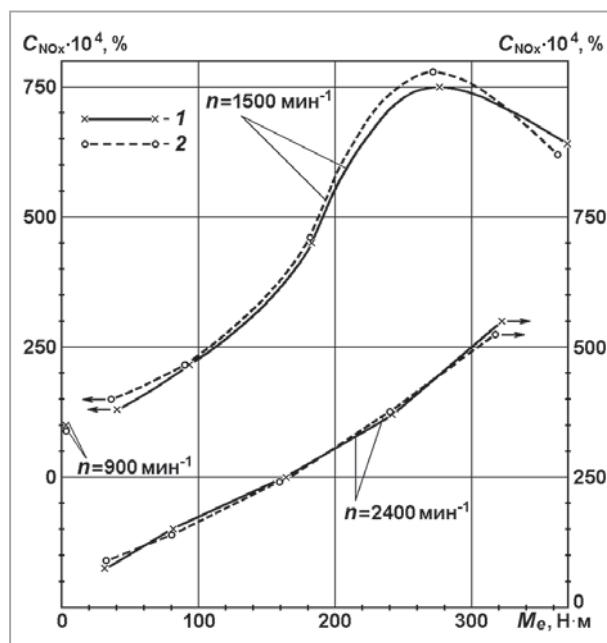


Рис. 4. Зависимость объемной концентрации оксидов азота C_{NOx} в ОГ дизеля типа Д-245.12С от частоты вращения n и крутящего момента M_e на режимах 13-режимного цикла ECE R49: 1 – ДТ; 2 – смесь 90 % ДТ и 10 % РМ

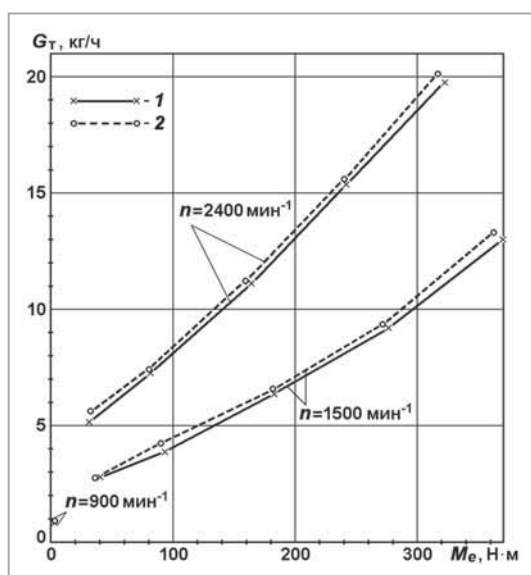


Рис. 3. Зависимость часового расхода топлива G_t дизеля типа Д-245.12С от частоты вращения n и крутящего момента M_e на режимах 13-режимного цикла ECE R49: 1 – ДТ; 2 – смесь 90 % ДТ и 10 % РМ

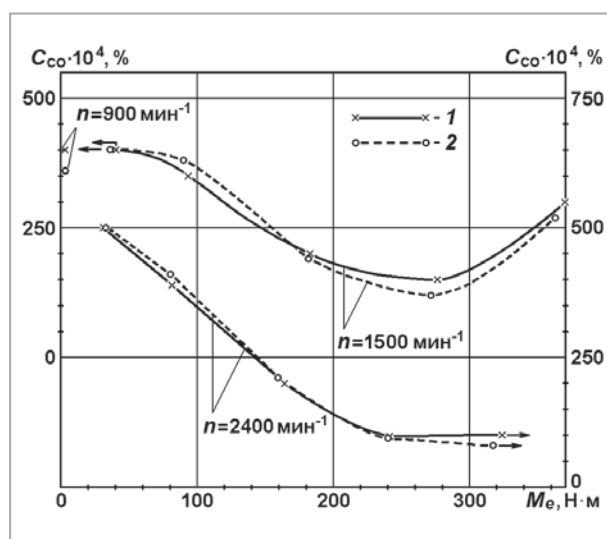


Рис. 5. Зависимость объемной концентрации монооксида углерода C_{CO} в ОГ дизеля типа Д-245.12С от частоты вращения n и крутящего момента M_e при на режимах 13-режимного цикла ECE R49: 1 – ДТ; 2 – смесь 90 % ДТ и 10 % РМ

На режимах 13-режимного цикла при переводе исследуемого дизеля с ДТ на смесь 90 % ДТ и 10 % РМ отмечена тенденция снижения содержания в ОГ оксидов азота C_{NOx} (см. рис. 4). Так, на режиме холостого хода при $n=900 \text{ мин}^{-1}$ концентрация оксидов азота C_{NOx} снизилась от 0,0100 до 0,0090 % (от 100 до 90 ppm), на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ C_{NOx} уменьшилась от 0,0640 до 0,0620 %, а на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – от 0,0550 до 0,0525 %.

При использовании смеси 90 % ДТ и 10 % РМ отмечена тенденция снижения и содержания в ОГ монооксида углерода C_{CO} (см. рис. 5). Перевод дизеля с ДТ на указанную смесь на режиме холостого хода при $n=900 \text{ мин}^{-1}$ привел к снижению концентрации C_{CO} от 0,0400 до 0,0360 %, на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ C_{CO} снизилась от 0,0300 до 0,0270 %, а на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – от 0,0100 до 0,0080 %.

Перевод исследуемого дизеля на рассматриваемое смесевое биотопливо оказал положительное влияние и на содержание в ОГ несгоревших углеводородов C_{CH} (см. рис. 6). Если при переводе дизеля с ДТ на смесь 90% ДТ и 10% РМ на режиме холостого хода при $n=900 \text{ мин}^{-1}$ концентрации C_{CH} практически не изменилась (повысилась от 0,0215 до 0,0220 %), то на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ она снизилась от 0,0130 до 0,0116%, а на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – от 0,0076 до 0,0060%.

По приведенным на рис. 4-6 характеристикам содержания в ОГ нормируемых токсичных компонентов (оксиды азота C_{NOx} , монооксид углерода C_{CO} , несгоревшие углеводороды C_{CH}) рассчитаны их часовые массовые выбросы (E_{NOx} , E_{CO} , E_{CH} , $E_{ТЧ}$). Полученные значения вредных выбросов просуммированы за весь цикл по каждому компоненту (с учетом коэффициентов K_i , отражающих долю времени каждого режима) и затем делением на условную среднюю мощность дизеля $\sum(N_{ei} K_i)$ определены интегральные за испытательный цикл удельные выбросы вредных веществ по формулам [5-7]:

$$e_{NOx} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{NOx} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i}; \quad e_{CO} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{CO} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i}; \quad e_{CH} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{CH} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i}.$$

Оценка эксплуатационного расхода топлива на режимах 13-режимного цикла проведена по среднему (условный) удельному эффективному расходу топлива, который определялся с использованием данных рис. 3 и зависимости [5-7]

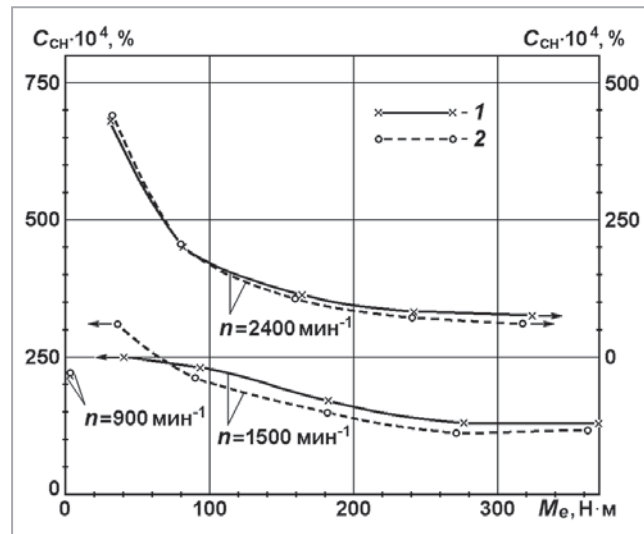


Рис. 6. Зависимость объемной концентрации несгоревших углеводородов C_{CH} в ОГ дизеля типа Д-245.12С от частоты вращения n и крутящего момента M_e на режимах 13-режимного цикла ECE R49:

1 – ДТ; 2 – смесь 90 % ДТ и 10 % РМ

$$g_{e\text{ усл}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{Ti} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i},$$

где G_{Ti} и N_{ei} – часовой расход топлива и эффективная мощность двигателя на i -м режиме.

Поскольку смесевые биотоплива имеют меньшую теплотворную способность, топливная экономичность дизеля при его работе на этих топливах оценивалась не удельным эффективным расходом топлива g_e , а эффективным КПД дизеля η_e . Причем для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-режимного цикла использован условный эффективный КПД, определяемый из соотношения [5-7]

$$\eta_{e\text{ усл}} = \frac{3600}{H_U g_{e\text{ усл}}},$$

где H_U – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Результаты расчетов указанных параметров представлены в табл. 5. Приведенные данные подтверждают возможность улучшения экологических показателей дизеля Д-245.12С при его переводе с ДТ на смесь 90 % ДТ и 10 % РМ. Так, при подаче в КС дизеля исследуемого смесового биотоплива на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента дымность ОГ снизилась на 12...15 % по сравнению с использованием нефтяного ДТ. Удельный массовый выброс оксидов азота e_{NO_x} снизился при этом с 5,911 до 5,341 г/(кВт·ч), то есть на 9,7 %, удельный массовый выброс монооксида углерода e_{CO} уменьшился с 2,184 до 1,853 г/(кВт·ч), или на 15,2 %, удельный массовый выброс несгоревших углеводородов e_{CH} сократился с 0,675 до 0,585 г/(кВт·ч), или на 13,3 %. Такое улучшение показателей токсичности ОГ сопровождалось незначительным ухудшением топливной экономичности исследуемого дизеля – его условный эффективный КПД на режимах 13-режимного цикла $\eta_{e\text{ усл}}$ уменьшился с 0,346 до 0,335, то есть на 2,9 %.

Представленные результаты исследований дизеля типа Д-245.12С получены при его работе на смесовом биотопливе, содержащем 90 % ДТ и 10 % РМ. Но определенный интерес представляет вопрос о влиянии состава смесового биотоплива на характеристики дизеля. В связи с этим проведен анализ показателей дизеля типа Д-245.12С, работающего также на смеси 95 % ДТ и 5 % РМ. Полученные результаты экспериментальных исследований дизеля на этой смеси представлены на рис. 7. На этом же рисунке показаны и результаты исследований этого дизеля на нефтяном ДТ и на смеси 90 % ДТ и 10 % РМ.

Согласно данным рис. 7а следует отметить сравнительно слабую зависимость часового расхода топлива G_p , крутящего момента двигателя M_e и коэффициента избытка воздуха α от содержания рыжикового масла C_{PM} в смесовом биотопливе. При этом увеличение концентрации рыжикового масла в смесовом биотопливе C_{PM} в диапазоне от 0 до 10 % сопровождается значительным увеличением удельного эффективного расхода топлива g_e , некоторым снижением эффективного КПД двигателя η_e и заметным уменьшением дымности ОГ K_x (рис. 7б). В указанном диапазоне увеличения концентрации рыжикового масла в смесовом биотопливе C_{PM} отмечено значительное снижение эмиссии всех нормируемых газообразных токсичных компонентов ОГ – удельных массовых выбросов

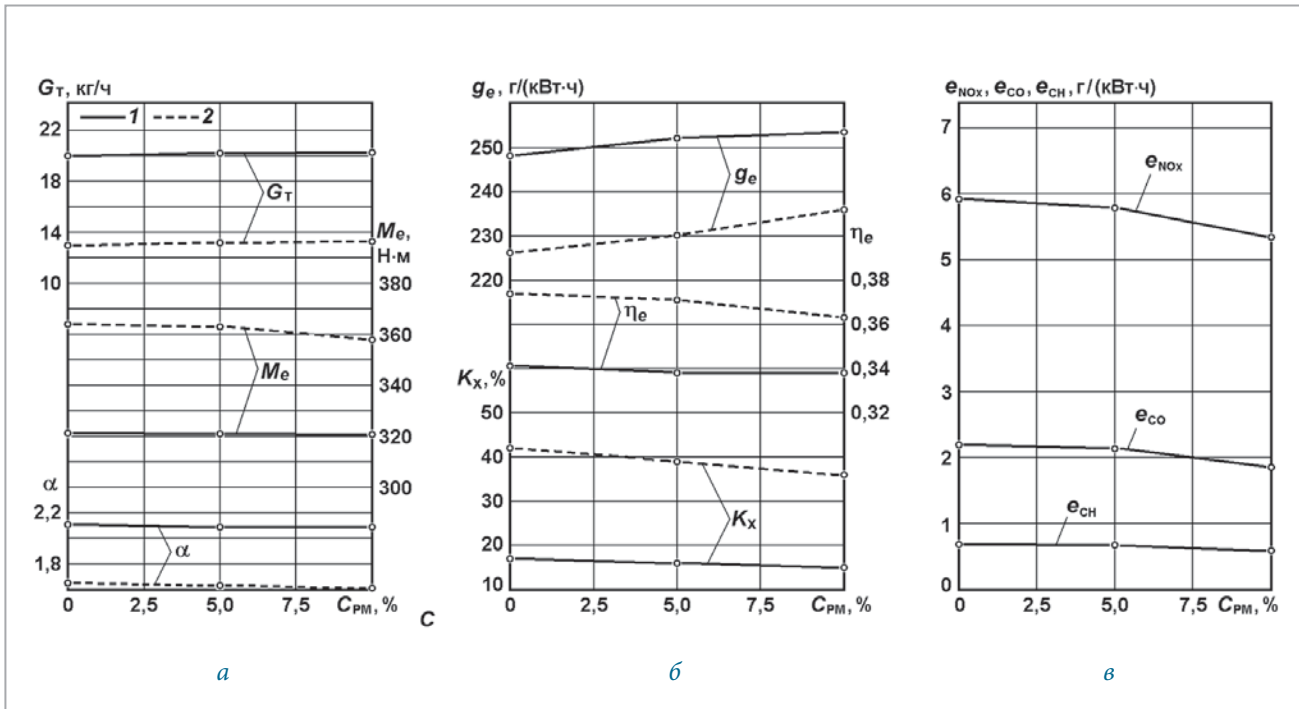


Рис. 7. Зависимость часового расхода топлива G_T , крутящего момента двигателя M_e , коэффициента избытка воздуха α (а), удельного эффективного расхода топлива g_e и эффективного КПД η_e дизеля типа Д-245.12С, дымности K_x его ОГ (б) на режимах ВСХ, удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NOx} , монооксида углерода e_{CO} и углеводородов e_{CH} (в) с ОГ дизеля на режимах 13-режимного цикла от содержания рыжикового масла C_{PM} в смесевом биотопливе:

1 – на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$; 2 – на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$

оксидов азота e_{NOx} , монооксида углерода e_{CO} и углеводородов e_{CH} с ОГ дизеля Д-245.12С на режимах 13-режимного цикла (рис. 7в). Так, при концентрациях рыжикового масла в смесевом биотопливе C_{PM} , равных 0; 5 и 10 %, выбросы оксидов азота e_{NOx} на режимах этого цикла составили соответственно 5,911; 5,783 и 5,341 г/(кВт·ч), выбросы монооксида углерода e_{CO} – 2,184; 2,127 и 1,853 г/(кВт·ч), выбросы несгоревших углеводородов e_{CH} – 0,675; 0,660 и 0,585 г/(кВт·ч).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что с точки зрения токсичности ОГ дизеля типа Д-245.12С оптимальным является состав смесевого биотоплива, включающий 90 % ДТ и 10 % РМ. При таком составе топлива достигается минимум удельных массовых выбросов газообразных токсичных компонентов ОГ, а также минимальная дымность ОГ (см. рис. 7б,в). Но при этом составе смесевого биотоплива несколько ухудшилась топливная экономичность дизеля. При C_{PM} , равных 0; 5 и 10 %, условные интегральные на режимах 13-режимного цикла эффективные КПД дизеля $\eta_{e \text{ усл}}$ оказались равны соответственно 0,346; 0,341 и 0,335.

В целом проведенные исследования подтвердили возможность использования рыжикового масла как экологической добавки к нефтяному дизельному топливу. Испытания дизеля типа Д-245.12С также показали, что указанное улучшение нормируемых показателей токсичности ОГ достигается даже при небольшом содержании рыжикового масла в смесевом биотопливе.

1. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.А. Марков и др. Под ред. А.А. Александрова, В.А. Маркова. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2012. – 791 с.
2. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей: Свойства, разновидности, применение / В.Е. Емельянов, И.Ф. Крылов. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004. – 128 с.
3. Альтернативные моторные топлива: Учеб. пособие для вузов / А.Л. Лapidус, И.Ф. Крылов, Ф.Г. Жагфаров и др. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 288 с.
4. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
5. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов и др. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2011. – 536 с.
6. Марков В.А., Девянин С.Н., Зыков С.А., Гайдар С.М. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания. – М.: НИЦ «Инженер» (Союз НИО), 2016. – 292 с.
7. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
8. Васильев И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля. – Луганск: Изд-во Восточноукраинского университета им. В. Даля, 2009. – 240 с.
9. Година Е.Д. Определение теплоты сгорания дизельного смесового биотоплива из соевого масла // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2013. – Т. 10. – № 5 – С. 25-29.
10. Буянкин В.И. Новые сорта масличных культур из семейства капустных // Масла и жиры. – 2012. – № 4. – С. 22-23.
11. Буянкин В.И. Русский рыжик для Запада // Масла и жиры. – 2012. – № 6. – С. 16-19.
12. Лисицын А.Н., Давиденко Е.К., Быкова С.Ф., Минасян Н.М. Больше внимания перспективной культуре – рыжику // Масложировая промышленность. – 2012. – № 1. – С. 11-13.
13. Сизова Н.В., Пикулева И.В., Чукунова Т.М. Жирнокислотный состав масла *Camelina Sativa* (L.) Crantz и выбор оптимального антиоксиданта // Химия растительного сырья. – 2003. – № 2. – С. 27-31.
14. Петрова С.Н., Маланина О.О. Влияние условий хранения на качественные показатели подсолнечного и льняного масла // Масложировая промышленность. – 2012. – № 1. – С. 16-18.
15. Уханов А.П., Уханов Д.А., Шеменев Д.С. Дизельное смесовое топливо: монография. – Пенза: РИО Пензенской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – 147 с.
16. Хохлов А.А., Гузьев А.А. Экономия моторного топлива применением смесового дизельного топлива на основе рыжикового масла // Международная НПК «Проблемы, идеи и инновации в АПК». 16-17 декабря 2013. – Казань: Казанский университет, 2014. – С. 176-181.

Силовая энергетическая установка с атомарным водородным дизельным двигателем

М.Л. Балашов, ведущий инженер ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
А.А. Евстифеев, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
 доцент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», к.т.н.

В статье предложен новый вариант использования дизельного двигателя на водородном топливе в качестве силовой энергетической установки, для чего предлагается провести его глубокую модернизацию. Приведены расчеты, технические характеристики и описана последовательность действий по модернизации.

Ключевые слова:

силовая энергетическая установка,
 атомарный водород,
 двигатель внутреннего сгорания,
 реконструкция цилиндров.

Одним из перспективных направлений применения альтернативных видов моторного топлива является генерация тепловой и электрической энергии. При этом наиболее распространенными видами энергоносителей считаются дизельное топливо и природный газ. Дизельные энергетические установки – это наиболее приспособленные для конвертации и использования в качестве топлива водорода. В частности, методом глубокой модернизации можно обеспечить перевод дизельного двигателя (3D6) на водород, получив силовую энергетическую установку с атомарным водородным дизельным двигателем (СЭУ с АВДД).

Силовая энергетическая установка включает в себя:

- атомарный водородный дизельный двигатель – реконструированный дизель 3D6;
- генератор электрического тока, приводимый во вращение АВДД;
- распределительное устройство на напряжение 220...380 В, 50 Гц;
- аккумуляторная батарея 42 В;
- зарядный агрегат (аварийный);
- водородно-кислородная станция с двумя электролизерами СЭУ-20;
- автоматизированная система контроля и управления на базе персональных компьютеров.

Расчеты для атомарного водородного судового дизельного двигателя (реконструированный дизель 3D6) приведены в табл. 1-3.

Таблица 1

Технические характеристики судового дизельного двигателя 3D6

Характеристика	Значение
Мощность, кВт	110
Степень сжатия	14
Диаметр цилиндра, мм	150
Ход поршня, мм	180
Частота вращения, мин ⁻¹	1500
Объем камеры сгорания, л	0,245
Рабочий объем цилиндра, л	3,18
Число цилиндров	6
Полный объем цилиндра, л (0,245+3,18)	3,425

Таблица 2

Дизельный расчет

Показатель	Значение
Теплотворная способность дизельного топлива, кДж/кг	43 100
Удельный расход дизельного топлива при максимальной эффективности мощности, $N_{e \max}$ (110...114 г/(кВт · ч)	211
Удельный расход дизельного топлива в зоне эксплуатационных нагрузок, $N_e = (0,5...0,75 N_{e \max})$ г/(кВт · ч)	231...272
Удельный расход дизельного топлива, принятый при расчетах, $0,75N_{e \max}$ г/(кВт · ч)	272
Часовой расход дизельного топлива при $0,75N_{e \max}$, m_p , кг	22,44
Часовой объем выделяемого тепла Q , ккал	232 119,4

Примечание: $m_p = 0,75 \cdot 110 \cdot 272 = 22440$ г = 22,44 кг;
 $Q = 43100 \cdot 22,44 = 967164$ кДж = $0,24 \cdot 967164 = 232119,4$ ккал.

Для выделения эквивалентного часовому объему тепла потребуется атомарного водорода

$$m_H = 967164 \text{ кДж} / 220000 \text{ кДж/кг} = 4,4 \text{ кг},$$

что в молекулярном водороде равно $m_{H_2} = 2,2$ кг.

Таблица 3

Газовый расчет

Показатель	Значение
Низшая теплотворная способность атомарного водорода, кДж/кг	220 000
Масса молекулярного водорода при нормальных условиях, г/л	0,09
Объем водорода, л	24 444

Расчет объема газа V при стандартных условиях ($T = 293$ К, $p_a = 0,1$ МПа) по закону объединенного газового состояния следующий:

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}; V_1 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 T_2}; V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{p_2 T_1}.$$

В нашем случае: $V_1 = 24444$ л; $p_1 = 0,1$ МПа; $T_1 = 273$ К; $p_2 = 0,1$ МПа; $T_2 = 293$ К, тогда

$$V_2 = \frac{760 \cdot 24444 \cdot 293}{760 \cdot 273} = 26235 \text{ л} = 26,235 \text{ м}^3.$$

Проведем расчет объема водорода для условий, при которых он подается в двигатель после очистки и осушки ($T = 223$ К, $p = 0,3$ МПа): $V_1 = 26235$ л; $p_1 = 1$ МПа; $T_1 = 293$ К; $p_2 = 0,3$ МПа; $T_2 = 223$ К, тогда

$$V_2 = \frac{760 \cdot 26235 \cdot 223}{3 \cdot 760 \cdot 293} = 6656 \text{ л} = 6,656 \text{ м}^3.$$

В конце времени впуска температура в цилиндре равна $T_2 = 338$ К, а давление $p_2 = 0,0812$ МПа, тогда

$$V_2 = \frac{3 \cdot 760 \cdot 6656 \cdot 338}{624,75 \cdot 223} = 36817 \text{ л} = 36,817 \text{ м}^3.$$

В конце времени сжатия температура в цилиндре равна $T_2 = 923$ К, а давление $p_2 = 4$ МПа, тогда

$$V_2 = \frac{624,75 \cdot 36817 \cdot 923}{40 \cdot 760 \cdot 338} = 2066 \text{ л} = 2,066 \text{ м}^3.$$

Определим объем водорода, который необходимо будет поглотить для создания в цилиндре давления $p = 70$ Па – одного из условий, при которых молекулярный водород диссоциирует на атомарный. В цилиндр в течение одного часа подается $6,656 \text{ м}^3$ водорода и в конце такта сжатия в нем остается $2,066 \text{ м}^3$, следовательно, необходимо поглотить $4,59 \text{ м}^3$ водорода. В рамках данной работы предполагается для поглощения применять слойный геттер (торий), которым покрываются внутренние поверхности цилиндров. Для поглощения $4,59 \text{ м}^3$ водорода с учетом КПД тория 19,45, коэффициента обратимости 1 и при частоте вращения вала двигателя 1500 мин^{-1} за один впуск необходимо поглотить $0,102$ л водорода. Масса геттера, определенная при разности давлений в конце такта «впуск» и в конце такта «сжатие», для полного объема цилиндра, равного $3,425$ л, составляет 535 мг.

Определим эффективную мощность АДД по формуле

$$N_e = \frac{p_e V_h i_{\text{ц}} n}{225k},$$

где p_e – среднее индикативное давление газов, кгс/см²; V_h – рабочий объем одного цилиндра, л; $i_{\text{ц}}$ – число цилиндров; n – число оборотов коленчатого вала в минуту; 225 – переводной коэффициент; k – тактность двигателя (для четырехтактного двигателя $k = 4$). Таким образом,

$$N_e = \frac{17,9 \cdot 3,18 \cdot 6 \cdot 1500}{225 \cdot 4} = 569,22 \text{ л.с.} = 419 \text{ кВт.}$$

Крутящий момент

$$M_k = 716,2 \frac{N_e}{n} = 271,8 \text{ кгс/м.}$$

Удельный расход топлива (водород) $q_e = 5,25$ г/кВт·ч.

В настоящее время имеются разработки ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ПО «Завод им. Малышева» опытного образца тепловозного двигателя, работающего

на природном газе. В работах ученых ООО «Газпром ВНИИГАЗ» [1-11] подчеркивается, что из существующих способов использования природного газа в качестве топлива для двигателей распространение получили как чистый газовый процесс с принудительным воспламенением от искры, так и газожидкостный процесс (газодизельный цикл). В предлагаемой работе для диссоциации молекулярного водорода применен метод накала («тихий разряд»), благодаря которому молекулярный водород при достижении в цилиндре двигателя давления 70 Па и напряжения накала более 36 В постоянного тока диссоциирует на атомарный водород. При переводе дизеля на новый однокомпонентный вид топлива требуется провести реконструкцию цилиндров, поршней, крышек, колец и систем питания, охлаждения и смазки. Дополнительно необходимо провести реконструкцию электрооборудования с целью реализации системы накала.

В рамках реконструкции цилиндров проводятся следующие изменения:

1. Внутреннюю поверхность цилиндров сверху (на протяжении хода поршня) и внутреннюю поверхность головок поршней покрывают пленкой (зеркало) тория, геттерное действие которого обеспечивает в цилиндрах требуемый вакуум на уровне 0,1 мм. рт. ст. Другой способ создания в цилиндрах геттерного слоя основан на запрессовке в цилиндры на протяжении хода поршня втулок из мелкозернистого чугуна со слоем тория внутри. Вместо топливных форсунок в головки цилиндров встраиваются аноды («+») – свечи зажигания без боковых электродов, а вся топливоподающая часть дизеля демонтируется.

2. Поверхности юбок поршней покрываются высококремнистым алюминиевым сплавом, в головки поршней вмонтируются электроды-катоды («-»), а стенки головок поршней и наружные поверхности колец покрываются антифрикционным материалом ФКН-14 (65 % – фторопласта 4; 5 % – дисульфида молибдена; 20 % – графита; 10 % – стекловолокна), применяемым для сухого уплотнения поршней и сальников компрессоров. В цилиндрах среднего давления (0,8...7,0 МПа) продолжительность работы фторопластовых колец составляет 8000 часов. Данное покрытие позволяет отказаться от смазки цилиндров разбрызгиванием. Альтернативным вариантом обеспечения вакуума в условиях высоких температур является применение металлического покрытия, сохраняющего вакуумную плотность при высоких температурах.

3. Поверхности клапанов легируются марганцем, торием, цезием, церием, магнием.

В рамках реконструкции системы питания прежде всего заменяются топливоподводящие части, которые целиком замещаются комплектом топливной аппаратуры, применяемой на газовых двигателях, работающих на КПП. Воздухоподводящий трубопровод удлиняется до отделения очистки и осушки, а воздухоочиститель демонтируется. Газовыпускная часть корректируется путем удлинения выпускного трубопровода.

В части реконструкции электрооборудования дополнительно к существующей системе электрооборудования устанавливается аккумуляторная батарея 42 В. Генератор с выпрямительным блоком и стартер подключаются на напряжение 42 В к батарее ключом канала (зажигания), все остальное электрооборудование подключается к отпайкам батареи 24 В ключом, дополнительно установленным на панели приборов.

Система накала включает измененные катушку и свечи системы зажигания автомобилей. Изменения заключаются в следующем:

1. У катушки зажигания используется только первичная обмотка низкого

напряжения. На центральный электрод (прерыватель низкого напряжения) подается напряжение 42 В, и одновременно происходит подзарядка конденсатора, установленного на корпусе прерывателя-распределителя и подключенного параллельно его контактам.

2. У свечей зажигания демонтируются боковые электроды. Центральные электроды после их монтажа в цилиндры будут выполнять роль анодов («+»), а вмонтированные в головки поршней – роль катодов («-»), которые соединяются при монтаже с корпусом автомобиля.

При реконструкции системы охлаждения проводится демонтаж системы охлаждения воздушного компрессора. С учетом высоких температур при работе установки дополнительно можно применить систему охлаждения с водородом в качестве рабочего тела подобную тем, что применяются для охлаждения обмоток электрогенераторов большой мощности и камер сгорания магнетогидродинамических генераторов.

Изменения затронут систему смазки цилиндров двигателя в связи с переходом на «сухую» смазку их, потребуется также демонтаж системы смазки подшипников вала воздушного компрессора.

Литература

1. Евстифеев А.А., Заева М.А., Сергеев М.С. Метод обеспечения работоспособности системы управления питанием газового транспортного средства // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 3 (51). – С. 51-60.
2. Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А. Методы и средства оптимизации размещения объектов производственно-сбытовой инфраструктуры. Сб. Научная сессия НИЯУ МИФИ–2015. Аннотации докладов: в 3-х томах, отв. ред. О.Н. Голотюк. – 2015. – С. 74.
3. Евстифеев А.А. Анализ эффективности производственного процесса на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 5 (47). – С. 27-33.
4. Евстифеев А.А. Современные подходы к выбору производительности основного технологического оборудования объектов заправки природным газом // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 4 (46). – С. 48-54.
5. Евстифеев А.А., Шувалов Б.В., Хачатурова Э.Г. Мониторинг объектов и моделирование технологического процесса в системе поддержки принятия решений по развитию сети криогенных заправочных станций // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2015. – Т. 4. – № 5. – С. 458-463.
6. Evstifeev A., Zaeva M., Krasnikova S., Shuvalov V. Multi-criteria equipment control in complex engineering systems // Asian Journal of Applied Sciences. – 2015. – Т. 8. – № 1. – P. 86-91.
7. Евстифеев А.А. Многокритериальное управление технологическим оборудованием сложных технических систем с использованием методов получения нечетких выводов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 5 (41). – С. 44-48.
8. Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А. Применение математического моделирования при испытаниях и отработке сложных технических систем // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2013. – Т. 2. – № 1. – С. 115.
9. Евстифеев А.А., Заева М.А. Автоматизированная система единого государственного реестра газобаллонного оборудования // Сб. Научная сессия НИЯУ МИФИ–2012. Аннотации докладов: в 3-х томах. – 2012. – С. 285.
10. Дедков В.К., Евстифеев А.А. Методика оценивания надежности технической системы по результатам испытаний // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2010. – № 12. – С. 215-221.
11. Евстифеев А.А., Дедков В.К. Методика оценивания надежности технической системы по результатам испытаний // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2009. – № 12. – С. 215.

Топливо безграничных возможностей

Заместитель министра энергетики РФ Кирилл Молодцов – о газе как топливе будущего



Несмотря на активное развитие использования возобновляемых источников энергии большинство экспертов сходятся во мнении, что в ближайшие несколько десятков лет ведущая роль в мировой энергетике по-прежнему будет за углеводородами. Но если сегодня лидером среди природных ископаемых в качестве источников первичной энергии является нефть, то в перспективе мы можем стать свидетелями расцвета эры газа, который уже через два-три десятка лет разделит с нефтью рынок потребления энергии практически в равных долях. И есть все основания полагать, что Россия снова окажется одним из лидеров энергетического рынка в результате этой трансформации.

Газ добывается в 98 странах мира. В нашей стране сосредоточено 287,5 трлн кубометров газа, то есть 38,7 % всех мировых ресурсов. В настоящее время у нас разрабатывается 453 газовых месторождения, а по итогам 2016 года Россия с долей 17,7 % вышла на второе место в мире

по добыче голубого топлива. Россия – единственная европейская страна среди государств, которые являются лидерами по добыче газа. В будущем добыча газа в России будет поступательно расти и к 2025 году поднимется до 830 млрд кубометров, к 2035 году – до 879 млрд. Ресурсный потенциал в нашей стране огромный.

Для обеспечения его реализации предусматриваются ввод новых мощностей и проведение реконструкции объектов на действующих месторождениях, внедрение мероприятий по повышению эффективности работы скважин и современных высокоэффективных технологических решений, основанных на передовом мировом опыте. Освоение новых месторождений в первую очередь связано с дальневосточным шельфом и Сахалином, а также регионами Восточной Сибири, где предполагается создание крупных центров газодобычи – Якутского, Иркутского и Красноярского.

По нашим оценкам, к 2035 году потребление газа в мире возрастет на 38-44 % и будет иметь наиболее высокие темпы роста по сравнению с другими ископаемыми видами топлива. Преимущества газа стали очевидны во многих странах мира. Например, в 2016 году «Газпром» поставил на европейский рынок 179,3 млрд кубометров, и в первой половине 2017-го мы также наблюдаем тенденцию к росту поставок. В ближайшие 15-20 лет Россия имеет возможности как минимум сохранить свои позиции на европейском рынке и значительно расширить свое присутствие на газовых рынках Азиатско-Тихоокеанского региона за счет роста поставок как трубопроводного, так и сжиженного природного газа (СПГ).

В чем причина роста популярности газа? Во-первых, это стабильное топливо

в отличие от тех же возобновляемых источников энергии, которые пока сложно использовать в промышленных масштабах – их выработка во многом зависит от текущих погодных условий, да и обходится недешево. Во-вторых, газ отличается его привлекательность как легко контролируемого надежного вида топлива. В-третьих, важна его высокая доступность в силу развитой транспортной инфраструктуры во многих странах мира. Напомню, что Россия обладает крупнейшей в мире трубопроводной системой транспортировки газа, которая объединяет в один производственно-технологический комплекс объекты добычи, переработки, транспортировки, хранения и распределения газа. Несмотря на нынешнее конкурентное преимущество трубопроводного газа в долгосрочной перспективе аналитики прогнозируют рост мирового рынка сжиженного природного газа и его роли в международной торговле энергоресурсами. С развитием СПГ-технологий рынок газа становится все более глобальным. В этой связи у нас в планах увеличение доли России на рынке СПГ до 15 %.

На растущую популярность газа также влияет его высокая экологичность по сравнению с другими видами ископаемого топлива. Использование природного газа является одним из эффективных способов достижения задач в политике уменьшения парниковой эмиссии. К примеру, антропогенные выбросы парниковых газов при сжигании одной тонны условного топлива у природного газа в 1,7 раза меньше, чем у угля, и в 1,4 раза меньше, чем у мазута. На практике же уменьшение выбросов еще существенней из-за более высокой эффективности энергетических установок, использующих природный газ. В результате газовые электростанции выбрасывают примерно в два раза меньше углекислого газа, чем электростанции, работающие на угле. И надо сказать, что общая мощность электростанций, работающих на газовом топливе, постоянно увеличивается, кроме того, снижается привлекательность атомных электростанций.

Такое преимущество газа, как

экологичность, также существенно при его применении в качестве моторного топлива. При его использовании вместо бензина или дизеля выброс токсичных веществ в окружающую среду снижается – в 2-9 раз, а выброс парниковых газов в атмосферу сокращается более чем на 25 %. Закономерно, что мировой парк автомобилей на газомоторном топливе (ГМТ) каждый год увеличивается на 25-35 %. Этот вид топлива популярен во многих странах, например, в США, Германии, Италии, Иране, Пакистане, Бразилии. Рынок ГМТ активно развивается и у нас. К 2020 году в России 50 % автобусов и техники дорожно-коммунальных служб в крупных поселениях (численностью более 1 млн человек) будут заправляться газом. Расширяется и соответствующая инфраструктура: если сегодня в стране насчитывается более 300 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), то уже в этом году будет дополнительно построено и реконструировано порядка 50 объектов газозаправочной инфраструктуры, а к 2020 году, по нашим прогнозам, количество АГНКС в стране должно увеличиться более чем до 700. Объем реализации природного газа в качестве моторного топлива к 2020 году возрастет более чем в 3 раза по сравнению с 2013 годом.

Популярность газа объясняется и более низкой ценой по сравнению с конкурирующими видами топлива, что связано с особенностями производства. Газ не требует обработки перед использованием и транспортируется по трубопроводам прямо на заправку. Например, средняя розничная цена 1 кубометра сжатого газа в России составляет около 14 рублей. Это почти в три раза дешевле бензина или дизельного топлива.

В настоящее время работа по переводу на ГМТ идет не только в отношении автомобилей, но и в части железнодорожного, морского и речного транспорта. Даже идея перевода воздушных судов на газ в качестве авиатоплива не забыта. Все возможно. Горизонты использования газа практически безграничны.

Перепечатано с сайта
<https://iz.ru/637251/kirill-molodtsov>

Будет ли в России переход на электромобили

48

Тотального перехода на электромобили в России не случится, уверены эксперты и автопроизводители, опрошенные в ходе исследования, предпринятого ТАСС. Одни считают, что этому мешает плохо развитая инфраструктура зарядных станций и другие технические и экономические проблемы, другие уверены, что у России особая специфика и свой путь развития.

Климат, расстояния и цена

Партнер аналитического агентства «Автостат» Игорь Моржаретто считает, что у России есть свои особенности, которые, в первую очередь, связаны с климатом и большими расстояниями. Как считает эксперт, на нынешнем этапе технологического развития электромобиль хорош в странах, где тепло, где ровные дороги и нет пробок. В России пока все против электромобилей, если, конечно, не будет серьезного технологического рывка. Например, какая-то из компаний не сделает, наконец, емкий аккумулятор, который бы при этом недорого, обеспечивал запас хода на 1 тыс. км и заряжался бы за пять минут.

При всей перспективности электромобилей реальное замещение традиционных автомобилей на гибридные или с электрической тягой займет много лет, считает директор Института экономики транспорта и транспортной политики ВШЭ Михаил Блинкин. Основные причины, по его мнению, – высокая цена электромобиля и его недоступность для массового сегмента автолюбителей. Как пояснил эксперт, для того чтобы массовый сегмент покупателей переключился на электромобили, нужны очень существенные сдвиги в части цена – качество. По его словам, сейчас приличный автомобиль с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) можно купить в среднем



за 1,5 млн руб., поэтому платить в 4-5 раз больше за электромобиль покупатель не готов. По оценкам Блинкина, сейчас 20-25 % автомобилей в стране имеют очень низкий экологический класс (так называемый «евро минус»), но устранить их даже из больших городов невозможно, потому что обычно эти автомобили принадлежат пожилым или не очень состоятельным гражданам.

Оценка автопроизводителей

Такого же мнения придерживаются и производители традиционных автомобилей. Директор по корпоративным коммуникациям «BMW Group Россия» Василий Мельников пояснил, что продажи электромобилей в России носят штучный характер, и позволить себе эксплуатацию такого транспорта может далеко не каждый.

«Развитие рынка электромобилей в России на данный момент находится в зачаточном состоянии, то есть это единицы проданных автомобилей. Держится рынок в основном за счет клиентов из высокодоходного сегмента, так как только они могут обеспечить себя необходимой инфраструктурой для использования электрического транспорта», – утверждает он.

Согласно данным аналитического агентства «Автостат», за январь-май 2017 года в России был продан 21 новый электромобиль (против 25 за аналогичный период годом ранее). Большая часть этого объема приходится на машины марки Tesla (15 ед.). Оставшиеся шесть электрокаров принадлежат брендам Renault и Nissan – по три на каждый. По итогам 2016 года российский рынок электромобилей показал снижение на 28,4 %, было продано 83 новых автомобиля против 116 штук годом ранее.

Как сообщил управляющий партнер компании Moscow Tesla Club (первый в России салон электромобилей) Игорь Антаров, новый автомобиль марки

Tesla в России стоит от 120 тыс. до 240 тыс. евро, это примерно 8,5...16 млн руб. Плюс к этому нужно купить зарядную станцию, примерная стоимость которой составляет 120 тыс. руб.

По мнению официального представителя АВТОВАЗа Сергея Ильинского, российский производитель потенциально готов к производству электромобилей, но эти технологии достаточно дорогие для массового сегмента.

По словам представителя российского производителя грузовых автомобилей КАМАЗ, переход на электромобили в России возможен не менее чем через 50 лет, но развивать эти технологии необходимо уже сейчас, поскольку в мегаполисах с населением более миллиона человек 80 % вредных выбросов производит транспорт.

В пресс-службе компании «Renault Россия» отметили, что прежде чем переходить на электромобили, необходимо не только создать инфраструктуру, но и разработать законодательную базу, регулирующую особенности такого транспорта.

Что касается достаточно отдаленного горизонта планирования в вопросе перехода на электромобили, то он (как в России, так и в мире) обусловлен набором объективных факторов, в частности, необходимостью разработки новых нормативных и правовых актов для реализации концепции, подготовкой инфраструктуры в городах, а также разработкой и внедрением в производство новых моделей электромобилей с разными потребительскими свойствами.

Между тем в 2015 году «Renault Россия» и компания «Россети» заключили соглашение о совместной работе в области создания зарядной инфраструктуры для электрического транспорта. В феврале 2017 года в рамках Сочинского инвестиционного форума было подписано трехстороннее соглашение с администрацией Краснодарского края о создании благоприятных условий для развития

электротранспорта в регионе. В качестве пилотного проекта были определены «зеленые зоны» в пределах Сочи, Адлера и Олимпийского парка, доступные для въезда исключительно электромобилей.

Кроме того, в линейке электромобилей «Renault Россия» есть бюджетный автомобиль для российского рынка. Согласно данным сайта Renault.ru, стоимость модели Renault Twizy начинается от 800 тыс. руб.

В то же время, как пояснил представитель компании, продающей электромобили, такая машина имеет гораздо меньший запас хода, небольшие габариты (к примеру, размеры Twizy 2,34×1,2 м) и предназначена в основном для коммерческого использования. В городской среде использовать их проблематично.

Городские неудобства

Несмотря на первые шаги по налаживанию сети зарядных станций в России и доступные варианты таких машин все равно существуют сложности с использованием их в городской среде, где люди в основном живут в высоких домах по 15-20 этажей.

Как пояснил директор Института экономики транспорта и транспортной политики ВШЭ, очень сложно организовать заправку на бытовом уровне в Москве для человека, который живет, к примеру, на 28-м этаже, в то время как в Америке и Европе пользователи электромобилей живут в основном в малоэтажных пригородах.

«Тотального перехода на электромобили не будет нигде, в том числе и в России», – считает Блинкин. По его мнению, парк транспортных средств будущего, прежде всего, связан не с тем, на каком топливе автомобиль, а с тем, какой «институциональный» (термин образован от двух слов: институции – нормы, обычаи поведения в обществе, и институты – закрепление норм и обычаев

в виде законов, организаций, учреждений) статус у этого автомобиля.

Сейчас индивидуальное пользование автомобилем постепенно уходит в прошлое. На смену ему пришли экономика совместного потребления и такое явление, как каршеринг (вид краткосрочной аренды автомобиля с поминутной или почасовой оплатой). С учетом тотального проникновения всяких электронных новшеств, приложений смартфонов транспортных средств в городе может стать заметно меньше. Как считает эксперт, автомобиль станет «избыточной вещью», поскольку уже сейчас люди используют автомобиль около двух часов в день, а остальные 22 часа он простаивает.

Что мешает российским регионам развивать электротранспорт? Опрошенные эксперты сходятся в том, что преобразования должны быть постепенными: сначала необходимо подготовить инфраструктуру, а потом уже пересаживать водителей с бензиновых двигателей на электрические. Полная замена бензиновых автомобилей электрическим транспортом в крупных городах и на курортах России вполне реальна, но может потребовать десятилетий на создание инфраструктуры.

Альтернатива для России

Опрошенные эксперты считают, что будущее за автомобилями на альтернативном топливе. Так, существуют различные варианты, кроме электромобилей: гибриды, газомоторное и водородное топливо, биотопливо.

Пока, как считает партнер аналитического агентства «Автостат» Игорь Моржаретто, это экономически достаточно непредсказуемый вариант, но заниматься этим надо, поскольку это реальный мировой тренд. Однако, по мнению эксперта, для России наиболее актуально развитие транспорта на газомоторном топливе.

Сегодня мир находится в поисках альтернативного экологического транспорта, который не будет загрязнять окружающую среду. Возможно, электромобили займут гораздо больший сегмент, чем сегодня, но определенно не будут единственным транспортом будущего.

Ограничения на въезд

Власти некоторых городов-курортов уже готовы запретить въезд в центр неэкологичному транспорту.

«Мы готовы поддержать ограничения по въезду в центр города транспорта, не соответствующего экологическим требованиям, – сказал в одном из интервью глава Кисловодска Александр Курбатов. – Сейчас речь идет об ограничении въезда в историческую курортную часть города, где расположены пешеходные зоны. При этом мы понимаем, что должны предложить автомобилистам альтернативное решение – сформировать систему перехватывающих автомобильных парковок, удобного трансфера от паркинга до места размещения отдыхающих с использованием электрического транспорта».

Создать особые «зеленые зоны», где движение будет разрешено только на экологически чистом транспорте, предлагает губернатор Краснодарского края Вениамин Кондратьев.

«Это как раз то, к чему должен стремиться наш курортный регион. В край едет огромное количество туристов на автомобилях с бензиновым двигателем, и речи о том, чтобы запрещать въезд, нет и не будет. Мы лишь хотим, чтобы это были именно отдельные участки, как, например, Олимпийский парк в Сочи», – уточнил он.

При этом в Крыму такой запрет считают невозможным.

«Ограничения на въезд мы не сможем сделать, это будет нарушением прав человека», – полагает глава комитета по санаторно-курортному комплексу

и туризму Госсовета Крыма Алексей Черняк. Он также отметил, что на полуострове еще не развита инфраструктура для электромобилей, хотя некоторые санатории и пансионаты давно их используют на своей территории.

Развитие экологичного транспорта тормозит, в частности, отсутствие зарядных станций. В каждом среднем городе России их должно быть не менее пяти, подсчитали эксперты, однако сейчас эти цифры далеки от действительности.

«Город небольшой, мне хватает заряда на весь день, розетка есть в гараже частного дома, – сказал житель Твери Дмитрий Емельянов, который пользуется электрокаром уже два года. – Но если говорить о дальних поездках, то инфраструктуры в регионе никакой нет. Ближайшая зарядная станция расположена в Клину, за 80 км. Выручают частные зарядные станции. Для смартфонов есть специальное приложение, в котором люди на карте отмечают места, где можно зарядиться. Это или частные дома, где хозяин готов предоставить розетку, или кафе и рестораны. Правда, в Тверской области таких точек всего пять-шесть, в других регионах больше».



Кроме того, как считает помощник президента РФ Игорь Левитин, дороги в России пока не готовы обеспечить проезд электромобилей и беспилотных авто.

По прогнозам американских и европейских коллег, к 2030 году весь автопарк этих стран будет электрическим, а к 2040 году общественный транспорт практически на 50 % будет беспилотным. Помощник президента также считает, что в России уже сейчас необходимо строить дороги, адаптированные к автомобилям, которые появятся через пять лет.

Специалисты, которые занимаются разработкой электротранспорта, полагают, что на полную замену бензинового транспорта электрическим в городах России потребуются годы или даже десятилетия. А некоторые называют более конкретную планку – около 20 лет.

Если пересадить всех буквально за год, то не хватит мощности электростанций, и провода не потянут таких нагрузок, – аргументируют они свою позицию. То есть нужно увеличивать мощность. А это потребует длительного времени.

Процесс запущен

Однако нельзя сказать, что вопросы создания инфраструктуры в регионах РФ вообще не решаются. Положительные примеры уже есть.

Одними из первых начали создавать инфраструктуру для электромобилей в том же Краснодарском крае. Выше уже было сказано, что в рамках Российского инвестфорума «Сочи-2017» администрация региона заключила соглашение о создании условий для реализации электромобилей с компаниями «Renault Россия» и «Россети».

Развивают это направление и в Калининградской области. Так, с июня компания «Янтарьэнерго» развертывает на побережье Балтийского моря электрозаправочные станции – в Зеленоградске и Янтарном, рассказал гендиректор компании Игорь Маковский. Сейчас в области зарегистрировано только три электрокара, но специалисты считают, что развитие инфраструктуры простимулирует

рост пользователей эко-транспорта.

С этого года первые электрокары начали курсировать на территории Кисловодского национального парка, установлены две зарядные станции.

«Эта работа должна продолжаться и в Кисловодске, и в других городах Кавказских Минеральных Вод. Мы готовим на этот счет свои предложения», – сказал губернатор Ставропольского края Владимир Владимиров. По его словам, целебный воздух – одно из достоинств российских городов-курортов, поэтому его нужно ограждать от вредного воздействия, не упуская при этом вопросы удобства для отдыхающих.

На Урале в рамках создания инфраструктуры для электромобилей планируется разместить шесть зарядных станций на основных автомобильных трассах, связывающих Екатеринбург с Пермью, Тюменью и Челябинском, сказала представитель компании «МРСК Урала» (входит в «Россети») Наталья Балдова.

Нулевой транспортный налог

Помимо отсутствия инфраструктуры, процесс перехода на экологичный транспорт тормозит и высокая ставка налога. Одно из предложений КАМАЗа – рекомендовать властям регионов установить нулевую ставку транспортного налога на электромобили и гибридные машины. Его поддерживают все опрошенные корреспондентами ТАСС деятели науки, автомобилисты и представители власти.

Транспортный налог на машину мощностью двигателя около 300 кВт в Москве обойдется в 120 тыс. рублей в год, в Томске или Новосибирске – примерно в 60 тыс. рублей. Это ограничивает их приобретение. Нулевой налог значительно бы повысил спрос, считают эксперты. Их поддерживают частные автовладельцы.

На бюджете регионов такая преференция всерьез не скажется. Так, в Нижегородской области, где доля электрокаров и гибридных авто ничтожно мала, «обнуление ставки транспортного налога по ним в настоящее время не окажет существенного влияния на бюджет». Об этом сказали в пресс-службе губернатора региона.

«Конечно, мы крайне заинтересованы в мерах господдержки, – добавляет глава Кисловодска Александр Курбатов. – Сегодня по Кисловодску ездит пять машин электротакси, для них действует заправочная станция. Если будет масштабная господдержка тех, кто производит и приобретает электротранспорт, а также использует его, – выиграют и простые граждане, и бизнес, и экономика, и экология наших городов».

Общественный электротранспорт вместо личного

В некоторых регионах РФ предлагают обратить внимание не столько на развитие личного электротранспорта, сколько на общественный. Например, приоритет развитию общественного транспорта, а не личного, отдает комитет по транспорту Санкт-Петербурга.

Как сообщили журналистам в пресс-службе комитета, уже в ближайшее время власти города совместно с «Россетями» планируют запустить электромаршрутку в одном из пригородов Санкт-Петербурга. Сейчас в городе работают более 15 электрозаправочных станций «Ленэнерго». До 2018 года их число возрастет до 25 единиц. На данный момент соотношение электрокаров к числу заправочных станций составляет один к трем.

Администрация Ростова-на-Дону по примеру Санкт-Петербурга и других регионов в Год экологии намерена приобрести 1-2 единицы электробусов.

На Урале бизнес предлагает внедрить

технология SkyWay. Подвижной состав (грузовой, городской и высокоскоростной междугородный) переносится на рельсо-струнную эстакаду. Предварительно в Екатеринбурге с комитетом по транспорту администрации города согласован проект такой трассы протяженностью 18 км, оценочная стоимость – 5 млрд рублей, рассказал координатор адресного проекта SkyWay Екатеринбург Аркадий Бирюков. Скорость движения по трассе составит до 150 км/ч.

Переговоры о создании монорельсовой дороги как экологичного транспорта ведут и власти Башкирии. Партнером может выступить китайская компания CCEGC External Project division, сказали в Госкомитете по транспорту и дорожному хозяйству.

«Строительство монорельса в Уфе позволит решить транспортные проблемы в городе на многие годы вперед», – уточнили там.

На правительственном уровне

Между тем о важности развития электротранспорта в нашей стране говорит тот факт, что этому вопросу уделяется большое внимание в российском правительстве. Так, председатель правительства России Дмитрий Медведев на совещании 21 июля в НАМИ о развитии электрического и беспилотного транспорта в РФ заявил, что «по оценкам отраслевых экспертов, доля электрокаров в общем объеме выпуска составит не менее 17 % к 2020 году». Премьер добавил, что три четверти из них, как полагают эксперты, будут гибридными машинами, а одна четверть, соответственно, электрокары.

Медведев отметил, что крупнейшие автопроизводители России уже сертифицировали и проводят опытную эксплуатацию автобусов с электродвигателями. По его словам, в 2017 году производителям такого транспорта выделены субсидии на сумму 900 млн руб. «Есть предложения



Совещание о развитии электрического и беспилотного транспорта в РФ

поддержат спрос, создать более благоприятные условия – и льготы налоговые, и экспортные стимулы для производителей компонентов электромобилей, и вложиться, конечно, в инфраструктуру», – отметил премьер, предложив участникам совещания обсудить эти идеи. «Сами автопроизводители должны предлагать и цену адекватную, которая устроит покупателей, и другие услуги», – заметил он.

Медведев напомнил, что еще десять лет назад тема электрического и беспилотного транспорта «выглядела фантастической», сейчас она стала «быстро наступающей реальностью». По его словам, внедрение такого транспорта открывает новые возможности и помогает решить экологические проблемы. Глава кабинета министров добавил, что такой транспорт необходимо сделать практичным и массовым.

Медведев также сообщил, что правительство продолжит поддерживать, в том числе и за счет выделения бюджетных средств, производство беспилотного пассажирского и грузового транспорта.

«Наши ученые и инженеры активно занимаются разработкой беспилотников в рамках дорожной карты «Автонет» Национальной технологической инициативы. Цель – фактически с нуля

создать в России отрасль беспилотного транспорта пассажирских и грузовых перевозок и закрепиться на мировых рынках. Эту работу мы и дальше будем поддерживать, в том числе и бюджетным финансированием», – сказал он.

В текущем году государство выделило более 600 млн руб. российским производителям транспортных средств с дистанционным и автономным управлением, а в следующем году размер поддержки будет больше.

По мнению Медведева, появление беспилотного транспорта должно привести к снижению числа дорожно-транспортных происшествий, к гармоничному распределению транспортных потоков, удешевлению поездок. При этом он подчеркнул важность оснащения таких транспортных средств «абсолютно совершенными интеллектуальными системами», которые способны «принимать сложные решения, прогнозировать поведение автомобилистов и пешеходов». Он также отметил, что такие инновации потребуют внесения изменений в законодательство, в том числе в правила дорожного движения, страхования и другие сферы. Такие изменения, по мнению премьера, нужно готовить уже сейчас, и соответствующие поручения уже даны.



Дмитрий Медведев прокатился на беспилотном «Шатле»

Глава правительства поручил министерствам проработать меры господдержки электрического транспорта в стране и рассмотреть пакет предложений, среди которых есть весьма радикальные. Например, предлагается ограничить использования машин с двигателем внутреннего сгорания в крупных городах и на курортах. Эти предложения были внесены в правительство руководством КАМАЗа.

Ограничения на въезд в крупные в города автомобилей с ДВС должны вводиться поэтапно и могут начаться с машин стандарта Евро-3, сообщил замминистра транспорта РФ Николай Асаул. Он подчеркнул, что этот вопрос находится в компетенции региональных властей.

В ходе совещания Дмитрий Медведев ознакомился с проектом группы «КАМАЗ» и НАМИ беспилотным автобусом «Шатл» и прокатился на нем.

Подводя итоги, можно утверждать, что российские эксперты согласны с тем, что электромобили постепенно заменят обычные автомобили. Однако это вопрос многих лет и даже десятилетий. В мире уже около 2 млн электрокаров, но в России их всего 920 ед. При этом обычных автомобилей насчитывается более 40 млн.

Научный сотрудник Центра экономического моделирования энергетики и экологии РАНХиГС Татьяна Ланьшина пояснила, что инфраструктура страны в настоящее время совсем не готова к обслуживанию транспорта на электрической тяге.

«В январе прошлого года вышло распоряжение об оборудовании зарядок для электрокаров на АЗС. Сейчас только 130 заправок в нескольких городах оснащены зарядками. И то это в основном имиджевый ход», – отметила эксперт.

А как у них?

Передовым государствам, отказавшимся от ископаемого топлива, предстоит производить биотопливо и развивать инфраструктуру для электромобилей. В ряде европейских государств к 2025-2040 гг. вступит в силу запрет на продажу автомобилей, работающих на дизельном топливе и бензине. Международный тренд поддержали Норвегия, Франция, Германия и Великобритания. Ученые и специалисты в области транспорта считают, что альтернативой для стран, решивших отказаться от ископаемого топлива, станут биотопливо и электромобили. Об этом пишет издание The Conversation.

Соавтор доклада Британской инженерной академии о производстве биотоплива, специалист кафедры химической инженерии Университета Хериота-Уатта (Великобритания) Рафаэлла Окон предположила, какое будущее может ждать дизельное топливо и бензин, ведь если автомобили, работающие на ископаемом топливе, будут заменены на электромобили, то это может означать, что все жидкое горючее для транспорта будет ликвидировано.

Однако биотопливо хорошо себя зарекомендовало с 1970-х годов с точки зрения экологичности и стоимости. Более того, гибридные автомобили признаны гораздо более удачным вариантом, чем электромобили. В качестве аргумента Окон приводит тот факт, что транспортные средства в авиации и судоходстве сложнее поддаются электрификации, а значит, для них подойдут только жидкие виды топлива. Поэтому, считает эксперт, биотопливо займет важное место на рынке.

Научные сотрудники Университета Ковентри (Великобритания) Ричард Брукс и Джейсон Бэгли считают, что будущее за электромобилями. Однако специалисты обращают внимание на то, что запрет на автомобили с бензиновыми или дизельными двигателями не будет работать без значительных капиталовложений в инфраструктуру обслуживания электромобилей. По их оценкам, на постройку зарядных станций в Великобритании понадобятся сотни миллионов фунтов стерлингов. Одновременно правительству придется залатать дыру в бюджете в размере миллиарда фунтов стерлингов из-за потери топливных сборов.

Ученые отметили, что странам предстоит полная перестройка инфраструктуры и разработка новой бюджетной политики. Проработки потребуют карта зарядных станций и комфортный доступ к ним. Правительствам также придется решать вопрос альтернативных

источников энергии, распределения излишков и компенсации недостатков энергии Солнца или ветра.

Председатель аналитической компании IdTechEx Пит Харроп прогнозирует, что электромобили будущего смогут сами накапливать и хранить солнечную энергию, работая как автономная батарея. Электромобили по функциональности не только не отстают от обычных машин, но уже значительно перегоняют их, считает Харроп.

Запрет дизельного топлива и бензина поможет экологии и экономике. Правительственные инициативы развитых европейских стран направлены на борьбу с загрязнением воздуха в крупных городах. Ожидается, что запрет существенно улучшит ситуацию с экологией в мегаполисах с течением времени. Кроме того, государства смогут найти мощный экономический стимул и ожидать притока инвестиций от производителей. Подешевеют аккумуляторы, что также сделает инвестиции в производство новых видов транспорта более привлекательными.

Некоторые лидеры рынка уже готовы вкладывать средства в новые виды транспорта. Немецкий автопроизводитель BMW, например, недавно заявил, что соберет полностью электрический минимобиль. А одна из крупнейших китайских автомобилестроительных компаний Geely инвестировала в создание гибридной версии легендарного лондонского такси.

Если будущее окажется за гибридными электромобилями, то широкое использование должно приобрести биотопливо второго поколения – то, что изготавливается из отходов сельскохозяйственного производства и подходящих для этого культур: кукурузы и сои. По мнению экспертов, это будет стимулировать развитие фермерства и повысит эффективность сельского хозяйства.

По материалам <http://tass.ru/ekonomika>
<http://government.ru/news/28531/>



ЛенПромАвтоматика

ТОПЛИВОРАЗДАТОЧНАЯ КОЛОНКА ДЛЯ ЗАПРАВКИ АВТОМОБИЛЕЙ СЖИЖЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ ЛПА-СПГ-К

Краткие технические характеристики

Характеристика	Значение
Количество постов заправки, шт.	1
Диапазон расхода газа, кг/мин	1...200
Давление заправки, МПа	до 1,6
Давление испытания, МПа	2
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +40
Межповерочный интервал, лет	2
Погрешность измерения заправленного количества газа, не более, %	1
Габаритные размеры, мм	1700×600×2200
Потребляемая мощность, не более, Вт	400
Вес, кг	350
Интерфейс связи с системой учета	RS-485
Протокол обмена	Топаз 2.0
Обмен данными с крионасосом	С.К./Modbus RTU

- 100% рентгеновский контроль сварных швов.
- Отечественный электронный блок управления и программное обеспечение.

Основные особенности топливораздаточных колонок ЛПА-СПГ-К

- **Современный, эффективный способ заправки.** ЛПА-СПГ-К – колонка, выполняющая заправку с контролем массы заправленного газа. Принцип заправки – без учёта возвращаемой газовой составляющей. Такой подход позволяет упростить конструкцию колонки, увеличить надёжность и уменьшить стоимость.
- **Универсальность и удобство.** Тип заправочных устройств по умолчанию: JC Carter. По запросу Заказчика колонки могут быть укомплектованы заправочными устройствами других стандартов – Macrotech или Parker Kodiak.
- **Расширенный температурный диапазон.** ЛПА-СПГ-К работает при температуре окружающей среды от -40 до +40°С.
- **Интегрируемость.** ЛПА-СПГ-К легко устанавливается на существующие АЗС/АГНКС/МАЗС. Возможность сопряжения колонки с наиболее распространенными системами учета топлива по стандартному протоколу.
- **Привлекательный дизайн.** Колонка имеет современный внешний вид, по запросу Заказчика выполняется брендирование для поддержания фирменного стиля заправочной станции.
- **Возможность приема бесконтактных ргохі-карт.** ЛПА-СПГ-К позволяет реализовать лимитную схему отпуска топлива, идентифицируя клиента по предъявленной ргохі-карте.



Топливораздаточная колонка ЛПА-СПГ-К

- Настраиваемое максимальное давление заправки.
- Различные способы сопряжения с системой управления крионасосом: дискретные сигналы или по протоколу Modbus RTU.
- Возможность установки различных типов заправочных устройств.
- Шланг с обдувочным пистолетом для удаления излишков влаги с заправочных устройств и приемных горловин бака автомобиля перед началом заправки.
- Предохранительные разрывные муфты.
- Система контроля заземления автомобиля.

Битопливный Lada Largus испытание прошел

58

При повышающихся ценах на бензин и регулярном увеличении стоимости самих автомобилей одной из возможностей сэкономить становится использование альтернативных видов топлива. Недавно состоялся тест-драйв автомобиля Lada Largus на сжатом природном газе (СПГ), в ходе которого были выявлены его отличия от бензиновой версии и проведено сравнение с битопливной Vesta. Принадлежащая Группе компаний «АТС» машина была предоставлена для испытания информационному агентству REGNUM.



Битопливный Lada Largus

На тесте был представлен автомобиль, который компания АТС использует в качестве служебного. На одомере битопливного Largus Cross уже больше 70 тыс. км. Газовое оборудование установлено на собственном производстве. Металлопластиковый баллон (объем 90 л) весит 72 кг. Именно цифры как нельзя точно будут характеризовать это авто. Они же и объяснят отличие битопливной версии от бензиновой.

Мотор Largus – 102-сильный французский агрегат Рено, имеющий индекс K4M. Трансмиссия тоже импортная, пятиступенчатая механика. Серийный Largus оснащается двумя моторами. Один из них – двигатель мощностью 64 кВт. И хорошо, что под использование метана переоборудовали не его. При использовании газа заметно теряется

мощность (по ощущениям – 6...7 кВт). А это влияет на разгонные характеристики даже более мощного мотора.

Смириться с потерей динамики можно, учитывая экономию на топливе. И в данном случае она несколько меньше, чем на Lada Vesta CNG, тест-драйв которой ИА REGNUM проводило на маршруте Тольятти – Ставрополь – Тольятти.

За время пробега 100 км в смешанном цикле Largus потратил около шести кубометров метана, что обошлось в 78 руб. (средняя цена по России 13 руб./м³). А расход бензина на этом автомобиле составляет 10 л/100 км, что обходится в 400 руб.

Но не следует забывать, что во время использования метана расходуется и бензин. Сделано это для снижения

потери мощности и нивелирования термического воздействия на двигатель. О расходе бензина в этом случае можно говорить условно, ориентируясь на опыт аналогичных тестов и показания индикатора топлива. На 100 км пути при использовании метана автомобиль потребляет 1...1,5 л бензина. Но даже с учетом этого экономия явная, что вкупе с экологичностью такого вида топлива делает его интересным для такси, корпоративных парков, имеющих заправочные станции в шаговой доступности, служб доставки.

Если сравнивать с битопливной Vesta, то получить такую же экономию не удалось, что обусловлено иным силовым агрегатом и большей массой самого Largus Cross. Необходимо учитывать и массу баллона, который располагается за спинками второго ряда сидений. Состороны багажника баллон аккуратно прикрыт пластиковым кожухом. Largus имеет пятиместную комплектацию, что позволило сохранить максимум полезного объема багажного отделения. У серийного универсала это внушительные 560 литров.



Кнопка переключения «газ–бензин»

Тестируемый автомобиль оснащен пакетом итальянского оборудования Westport, прошедшего все необходимые процедуры сертификации. Баллон рассчитан на рабочее давление 20...30 МПа. Заправляется он через штуцер, расположенный под капотом, оснащенный обратным клапаном.

Кнопка переключения «газ–бензин» находится на пластиковой панели, рядом с рычагом коробки передач. Старт двигателя всегда происходит на бензине. В самой кнопке расположен и индикатор объема топлива. Условно весь объем разделен на пять частей. Когда загорается красный индикатор R, это означает, что на оставшемся газе можно проехать еще 50...70 км.

Заправка автомобиля с таким баллоном занимает не более 10 минут. В зависимости от температуры окружающего воздуха, рабочего давления на заправочной станции, плотности метана в баллон можно закачать от 18 до 22 кубометров КПП.

Таким образом, бензиновая версия Largus отличается от газовой расходом топлива, чуть более просторным багажником и меньшей ценой. Цены на Largus в пятиместном исполнении с 102-сильным мотором начинаются с 620 400 руб. О стоимости переоборудования чуть ниже.

Если сравнивать, а потребитель неизбежно будет делать это, битопливные версии Largus и Vesta, то делать это нужно с парой уточнений.

Первое. Это совершенно два разных автомобиля, с разными дизайном, силовыми агрегатами, уровнем восприятия. Vesta в этом случае безусловно выигрывает. Кроме того, скоро начнутся ее продажи в салонах официальных дилеров бренда, что подразумевает выдачу всех необходимых документов на использование ГБО в день покупки. Не последнюю роль сыграет и цена. Ожидается, что она будет выше серийной всего лишь на 30...40 тыс. руб. Бензиновая Vesta в минимальной комплектации (78 кВт) стоит 545,9 тыс. руб.

Второе. Объем багажника у Largus значительно больше. И метановый баллон не изменил этого. А значит, такой автомобиль выберут те, кому нужно перевозить не только пассажиров, но и негабаритный груз. Оснащение Largus



Подкапотное пространство моторного отсека Lada Largus

таким пакетом будет стоить около 75 тыс. руб.

Не исключено, что некоторые потребители выберут Largus за его «неубиваемую» подвеску Рено. Но вместе с этим столкнутся со всеми эргономическими недостатками: маленькие зеркала, непривычные места расположения кнопок, замков ремней

безопасности и ручек дверей.

Сейчас битопливные автомобили Largus используются в корпоративном парке Газпрома в различных регионах России. Также в качестве служебного транспорта ряда ведомств Татарии.

По материалам

<https://regnum.ru/news/it/2293549>

<http://atcgaz.ru/>

Audi A4 Avant g-tron едет на метане

Бортовой компьютер высветил на дисплее расход топлива в килограммах, а не в литрах. Ошибка перевода? Нет, просто в моторе ничем не примечательного с виду Audi A4 Avant (рис. 1) горит не черное, а голубое топливо.

Хэтчбек А3 g-tron отныне не одинок в метановой линейке Audi. Компанию ему составили универсал Audi А4 и пятидверный А5 с той же g-добавкой к имени. Оба уже завершили все заводские испытания и вот-вот появятся на европейском рынке. В том числе и как альтернатива дизельным моделям, которые медленно, но верно вытесняются из родов. А газовые автомобили безо

всяких впрысков мочевины с запасом укладываются в требования Евро-6.

Цены уже обнародованы – от 40300 евро за Audi А4 Avant и от 40800 евро за Audi А5. То есть газификация в том и другом случаях обойдется примерно в 2500 евро.

Выгодное ли предложение? Вполне. К примеру, в Германии при разнице в цене бензина и газа примерно в 0,5 евро



Рис. 1. Audi A4 Avant g-tron

доплата окупится, если проехать примерно 85...100 тыс. км, что для многих немцев вопрос пары-тройки лет.

Мало того, для разогрева интереса компания Audi на первых порах будет стимулировать покупателей бесплатным газом собственного производства!

Для этого еще в 2013 году в Верльте (Нижняя Саксония) запустили завод со своими ветрогенераторами (рис. 2). Экологически чистые электроэнергия и вода посредством электролиза сперва превращаются в водород, который в свою очередь идет в реактор,

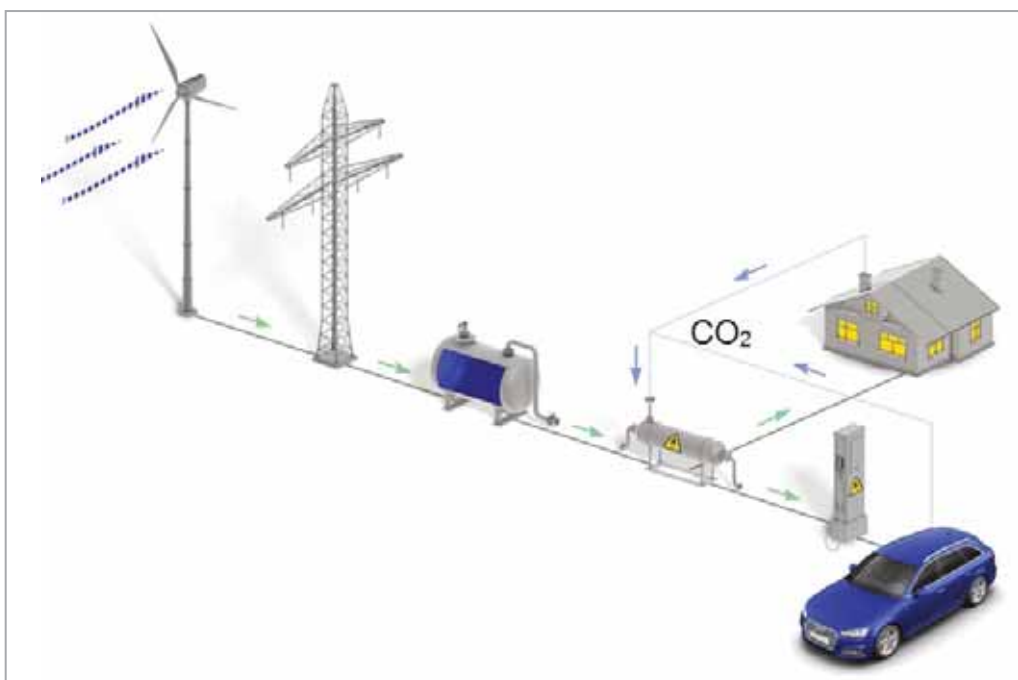


Рис. 2. Схема работы Саксонского завода по производству искусственного метана

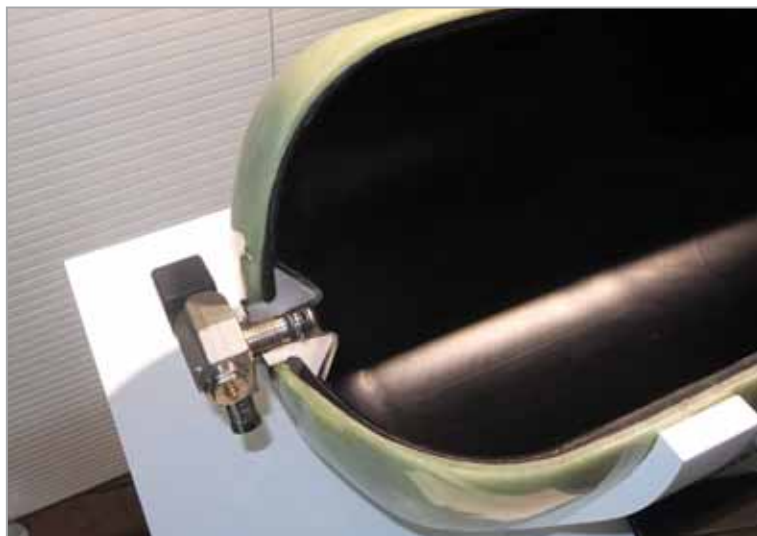


Рис. 3. Газовый баллон новой Audi



Рис. 4. Редуктор



Рис. 5. Багажное отделение

где в присутствии катализаторов на основе никеля, рутения и родия вступает в реакцию с углекислым газом из воздуха. На выходе – вода и синтетический метан.

Почему бы не остановиться на первом, «водородном» этапе? Тем более, что полученный в итоге синтетический метан ничем не отличается от природного и выходит раза в два дороже? А коллеги из BMW всюду трудятся над водородной темой и даже предлагают... делать все наоборот – получать часть необходимого водорода паровой конверсией природного газа! Все дело в развитой «метановой» инфраструктуре: в одной только Германии уже имеется 750 заправок (а по всей Европе их 900).

Да и модифицировать автомобиль для работы на метане несравнимо проще, чем возиться с водородными топливными элементами. По сути нужны только баллоны (рис. 3) для хранения сжатого природного газа (КПГ), редуктор (рис. 4) с дозатором и дополнительные форсунки. Кстати, каждый из баллонов многослойный. Внутренний слой – максимально герметичный из газонепроницаемого полиамида. Далее – выдерживающий большое давление композиционный слой из углеродистого пластика (CFRP). А внешний слой служит для защиты от повреждений и сделан из полимера, усиленного стекловолокном (GFRP). В качестве связующего материала между двумя последними слоями использована эпоксидная смола.

К редуктору с электронным управлением газ под давлением подается из баллонов по стальному трубопроводу. А после редуктора, со сниженным с 20 до 0,5...1 МПа давлением – по резиновому шлангу к специальным форсункам.

Мотор у газифицированных Audi – двухлитровый TFSI из очень хорошо известного семейства EA888, появившегося еще в 2007 году. Конечно, доработанный – с иной программой управления,



Рис. 6. Схема размещения баллонов на Audi A4

более жаростойкими поршнями, клапанами и их седлами. А степень сжатия повысили до оптимальных для газа 12,6:1 (всего в метановом моторе 29 новых или модифицированных элементов).

Когда поднимаешь дверь багажника (рис. 5), о наличии емкостей с газом говорит разве что чуть-чуть приподнятый пол – объем грузового отсека уменьшился с 505 до 415 литров. Не такая уж и великая потеря с учетом неизбежной громоздкости газовых баллонов! Для этого, правда, пришлось пожертвовать запаской. Аккумулятор переселили под капот, а бензобак ужали до 25 литров и пристроили его посреди обоймы из четырех баллонов общей вместимостью примерно 125 литров. Но главное, в пространстве под сиденьями второго ряда и задним свесом инженеры сумели разместить четыре композитных баллона (рис. 6). КПГ хранится под давлением 20 МПа. Тестируются резервуары давлением в 30 МПа, а фактически давление на разрыв еще больше.

Вместе с содержимым из 19 кг сжатого газа баллоны прибавили к массе автомобиля менее центнера. Будь резервуары

стальными, Audi A4 погрузила бы вдвое больше.

Не пострадал и интерьер газовой версии – без единой дополнительной кнопки (рис. 7).

Что касается хэтчбека Audi A5 g-tron, то газобаллонное оборудование и силовая установка у этого автомобиля те же.

Когда газифицированный Audi A4 Avant едет на бензине или газе, водителю неизвестно – кнопки принудительного переключения на обычное топливо нет. «Наш g-tron, – заявляют немцы, – предназначен для езды на метане». Без вариантов. А бензин нужен только для запуска и прогрева двигателя. Правда, при остатке в баллонах менее 0,6 кг газа g-tron все-таки становится бензиновым. Вот только после получения езды бортовой компьютер показывал средний расход хоть и неблизкий к паспортному в 4 кг/100 км, но все равно скромный – 5...5,5 кг/100 км. То есть для опустошения баллонов пришлось бы накрутить около 400 км.

При работе на газе бортовой компьютер непривычно рассчитывает расход топлива в кг/100 км.



Рис. 7. Интерьер газовой версии – без единой дополнительной кнопочки

И как же Audi A4 Avant g-tron работает на газе? Особых изменений из-за дополнительной загрузки кормы, пожалуй,

и не заметишь. А вот двигатель дефорсирован до 170 л.с. – по сравнению с обычным 190-сильным А4 максимальная скорость достигает не 240, а 223 км/ч. И разгон до сотни с тем же семиступенчатым «роботом» длится на секунду дольше, что, впрочем, не ощущается.

Однако россиянам уж точно гонять не стоит. Поставлять в Россию свои газомобили в Audi не планируют. Да и заправлять их было бы негде – наша система газозаправочных станций по сравнению с европейской находится в зачаточном состоянии. Так что у кого-то будет в цилиндрах газ. А у нас... Пока что придется подождать.

Паспортные данные автомобиля Audi A4 Avant g-tron

Тип кузова.....	Универсал
Число мест.....	5
Размеры, мм	
длина.....	4725
ширина.....	1842
высота.....	1442
колесная база.....	2818
Объем багажника, л.....	415 (1415*)
Снаряженная масса, кг.....	1635
Двигатель.....	Бензиновый, с турбонаддувом, непосредственным впрыском бензина и системой подачи газа
Расположение.....	Спереди, продольно
Число и расположение цилиндров.....	4, в ряд
Рабочий объем, см ³	1984
Число клапанов.....	16
Макс. мощность, л.с./кВт/мин ⁻¹	170/125/4450-6000
Макс. крутящий момент, Нм/мин ⁻¹	270/1650-4400
Коробка передач.....	Роботизированная, преселективная, семиступенчатая
Привод.....	Передний
Передняя подвеска.....	Независимая, пружинная, многорычажная
Задняя подвеска.....	Независимая, пружинная, многорычажная
Передние тормоза.....	Дисковые, вентилируемые
Задние тормоза.....	Дисковые
Максимальная скорость, км/ч.....	223
Время разгона 0-100 км/ч, с.....	8,4
Расход бензина (газа), л/100 км (кг/100 км или м ³ /100 км)	
городской цикл.....	8,0 (5,5 или 8,3)
загородный цикл.....	4,9 (3,3 или 4,9)
смешанный цикл.....	6,0 (4,0 или 6,1)
Выбросы CO ₂ , г/км, смешанный цикл.....	136
Емкость топливного бака/баллона, л/кг.....	25/19
Топливо.....	Бензин АИ-95 или метан

Примечание. * Со сложенными задними сиденьями

По материалам <https://autoreview.ru/articles/pervaya-vstrecha/gaztron>

Выставка GasSuf: живое общение и взгляд в будущее

Директор выставки GasSuf Раиса Газарян рассказала журналу «Транспорт на альтернативном топливе» о предстоящей 15-й юбилейной Международной выставке газобаллонного, газозаправочного оборудования и техники на газомоторном топливе GasSuf 2017.

Как известно выставка – зеркало отрасли. Чувствуются ли в этом году перемены в газомоторной отрасли? Если да, то положительные они или отрицательные, как сказываются они на участниках выставки?

Действительно, выставка полностью отражает динамику рынка, которую мы, безусловно, ощущаем на себе. С самого начала года у нас наметился курс на увеличение выставочной площади и числа участников. И такая тенденция сохраняется и в преддверии проведения выставки. В этом году на GasSuf будут экспоненты, которые не участвовали в прошлые годы. Более 15 российских и зарубежных компаний впервые примут участие в выставке. Среди них: Eco Gas Trading, LANDI RENZO, «Кировский завод Газовые Технологии», «ЛПГрупп», «Марафон», «Мир газа», «МотоГаз», «НТА-пром», «РЕЗОЛ автогаз» и другие.

Как вы оцениваете активность зарубежных компаний? Участники каких стран будут представлены на выставке этого года?

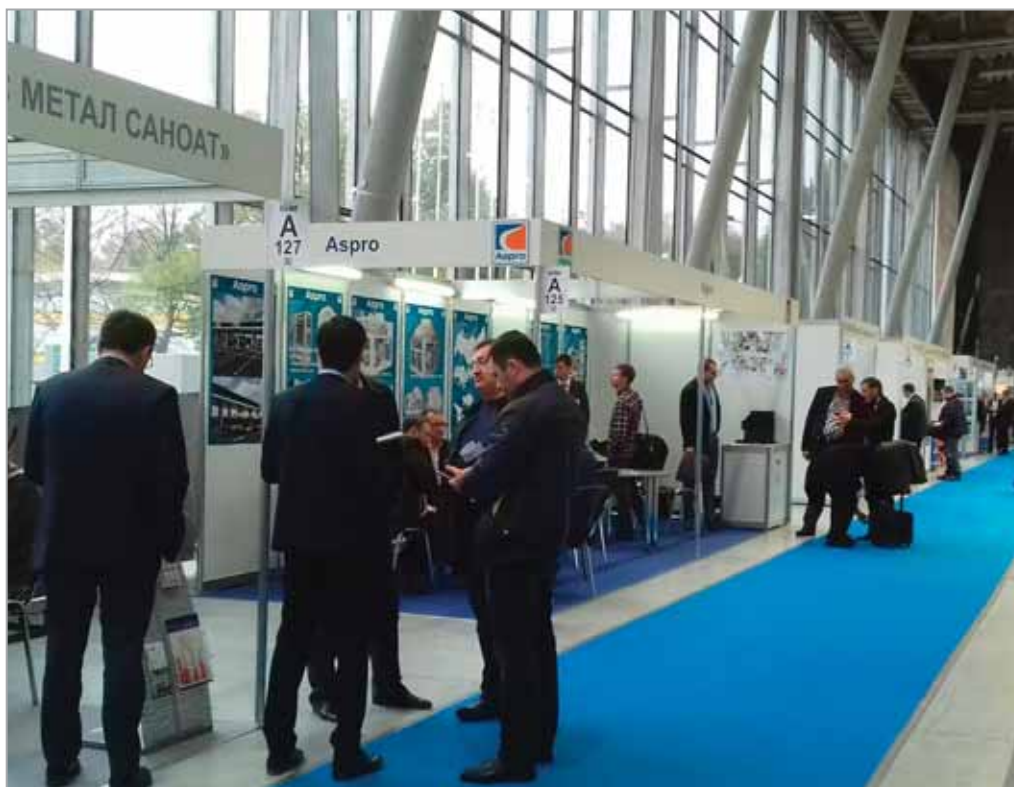
Выставка GasSuf всегда выделялась наличием большого числа зарубежных компаний. Более 20 % участников – это представители компаний из Польши, Италии, Китая, Кореи, Германии, Белоруссии, Литвы, Турции.

Посетителей из каких профессиональных областей вы ждете на выставке?



Ежегодно мы привлекаем более 1500 целевых посетителей. Это руководители российских компаний и специалисты, заинтересованные в закупках газобаллонного и компрессорного оборудования и техники на газомоторном топливе, представители логистических, сервисных и лизинговых компаний, автопроизводители, дилеры, а также специалисты предприятий различных отраслей промышленности. Это очень качественная посетительская аудитория, которую компании-участники не смогут получить на других бизнес-мероприятиях в России.





На выставке GasSuf – 2016

Расскажите подробнее, какое оборудование будет представлено на выставке. Чем выставка GasSuf отличается от других выставок схожей тематики?

На выставке GasSuf три тематических раздела:

- газобаллонное оборудование;
- газозаправочное оборудование;
- техника на газомоторном топливе.

Отличительной чертой выставки GasSuf, как и одним из главных ее преимуществ, по сравнению с выставками схожей тематики является большой состав участников по каждому из разделов. Например, в разделе «Газобаллонное оборудование» представлены ключевые компании отрасли: Auto-Gaz Centrum, GLOBAL GAS, «Газпарт 95», «Мир Газ», «Марафон», LANDI RENZO, «РУССКИЕ ЦИЛИНДРЫ», «РЕЗОЛ автогаз» и другие.

Газозаправочное оборудование и технику на газомоторном топливе

представят компании ЕВРОГАЛС, «Кировский завод Газовые Технологии», «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», «ЛППГруп», «МГПЗ», «МИКРОМЕТАН», «МотоГаз», «НИКА НПК», Graf S.p.a., FORNOVO GAS, Schwelm Anlagenservice GmbH, «Коммерческие автомобили – группа ГАЗ» и другие.

Какие мероприятия состоятся в рамках деловой программы в этом году?

В рамках деловой программы в первый день выставки состоится конференция «Инновационные проекты в области расширения использования природного газа в качестве моторного топлива для пассажирского транспорта, автотранспортных средств, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин». Организатором конференции выступает компания ITE Moscow и партнер выставки GasSuf – СПГО (Союз Предприятий Газомоторной Отрасли).



На выставке GasSuf – 2016

На конференции будут затронуты следующие темы: обзор рынка газомоторной отрасли; стандарты документооборота и регистрация изменений в транспортных средствах для использования газа в качестве моторного топлива; перевод коммунальной техники и пассажирского транспорта на газомоторное топливо на примере Москвы и Санкт-Петербурга; развитие инфраструктуры АГНКС и АГЗС и другое.

Во второй день выставки состоится семинар компании «Газпарт 95» с презентацией газовой системы 7 поколения STAG 500 DIS.

И напоследок. Почему стоит посетить выставку GasSuf? Какие аргументы вы можете назвать, чтобы укрепить намерение специалистов прийти на выставку?

Посещение выставки дает за три дня следующие возможности:

- ознакомиться с широким ассортиментом продукции и выбрать современное газобаллонное, газозаправочное оборудование и технику на газомоторном топливе;

- найти новых поставщиков среди ведущих российских и зарубежных производителей газобаллонного, газозаправочного оборудования и техники на ГМТ;

- увидеть оборудование в действии и оценить его технические характеристики;

- расширить ассортимент реализуемой продукции в соответствии с рыночным спросом и требованиями заказчиков.

Будем рады видеть вас на выставке GasSuf, которая состоится с 17 по 19 октября 2017 года в Москве, КВЦ «Сокольники», пав. 4.1.

Для бесплатного посещения выставки специалисты могут получить электронный билет на сайте www.gassuf.ru.

Метан для грузовиков и автобусов

На Северном Кавказе достраивают центр компримирования природного газа для автомобилей. Активные шаги по использованию метана в качестве топлива для автотранспорта предпринимаются в Кабардино-Балкарии в рамках реализации соответствующего постановления правительства РФ. В их числе – строительство в КБР первого в Северо-Кавказском федеральном округе центра компримирования природного газа для автомобилей, которое уже завершается. Центр компримирования будет укомплектован оборудованием «Орион-750» на основе компрессора Ariel. Его производительность – 1600 кубометров в час. Этот мощный компрессор будет применяться для

заправки передвижных автомобильных газовых заправщиков (ПАГЗ). Каждый ПАГЗ позволяет перевозить до 6000 кубометров природного газа, находящегося под давлением 25 МПа.

Строит центр компримирования природного газа ООО «Каббалкнефтегаз». Это местный производитель АГНКС и другого оборудования, предназначенного для заправки метаном автомобилей, автобусов, спецавтотранспорта и сельхозтехники. Оборудование предприятия успешно функционирует и в других регионах РФ, а также в странах ближнего зарубежья.

http://transler.ru/news/fuel/metan_dlya_gruzovikov_i_avtobusov.html

Новая мобильная АГНКС компании «ТЕГАС»

В августе промышленная группа «ТЕГАС» успешно провела ходовые испытания новой модели мобильной газовой заправочной станции – МКС 1,4/246 – по методике, согласованной с ПАО «Газпром». Во время ходовых испытаний станция преодолела более 200 км по шоссейным дорогам и 50 км по пересеченной местности. Мобильная газозаправочная станция впервые была транспортирована за пределы территории завода для наполнения газового аккумулятора. После ходовых испытаний станция вернулась на предприятие, где была развернута в рабочее положение за 15 минут.

Комплексная проверка наличия утечек подтвердила их отсутствие. Все узлы станции функционировали в штатном режиме. С помощью станции была успешно произведена первая заправка автофургона «Соболь», доставленного на завод с пустым топливным

газовым баллоном. Заправленный автомобиль покинул предприятие своим ходом.

По результатам испытаний новая мобильная газозаправочная станция подтвердила заложенные при проектировании характеристики, доказала свою надежность и эргономичность, а также удобство транспортировки. Передвижной газовой заправщик полностью соответствует утвержденным транспортным габаритам и с легкостью проходит под путепроводами с ограничением по высоте до 3,7 метров.

Мобильная газозаправочная станция модели МКС 1,4/246 с дожимным компрессором 2ГМ2,5-1,4/6-246С обеспечивает следующие возможности:

- заправку собственного аккумулятора природным газом по ГОСТ 5542–87 от газопровода с давлением от 0,6 МПа и выше, а также компримирование его до давления 25,0 МПа;

- заправку собственного аккумулятора природным газом по ГОСТ 27577–2000 от АГНКС;

- хранение компримированного природного газа (КПГ) в аккумуляторе;

- транспортировку КПГ к месту заправки транспортных средств;

- заправку транспортных средств КПГ до давления 19,6 МПа за счет перепада давления и с помощью компрессора.

Производительность компрессора составляет 600...800 м³, а вместимость газового аккумулятора данной модели – 2400 м³. Станция способна подключаться для наполнения газом к газопроводам

низкого, среднего и высокого давления.

Применение газа в качестве моторного топлива позволяет в 2-2,5 раза снизить расходы на горюче-смазочные материалы, на 40 % увеличить моторесурс двигателей, в несколько раз снизить вредность выбросов выхлопных газов в атмосферу, в 1,5 раза увеличить срок службы моторного смазочного масла. Помимо этого, использование транспортными предприятиями мобильной АГНКС позволит снизить расходы на топливо в 6-6,5 раза.

<https://gasworld.ru/ru/news/russia/novaya-model-mobilnoy-agnks-kompanii-tegas>

«Росатомфлот» заказал в Финляндии проект ледокола на природном газе

«Росатомфлот», входящий в государственную корпорацию «Росатом», заказал у одного из лидеров разработки ледокольных судов – компании Aker Arctic Technology из Финляндии – концептуальный проект судна ледокольной поддержки с двигателем на сжиженном природном газе (СПГ). Мощность ледокола должна составить 40 МВт. Информация о заказе появилась на сайте закупок компании.

Новый ледокол Aker ARC 123 будет иметь предпоследний ледовый класс Arc8 (ЛУ8), который позволит осуществлять самостоятельное плавание в сплоченных однолетних и двухлетних арктических льдах при толщине до 2,1 метра в зимне-весеннюю навигацию и до 3,1 метра – в летне-осеннюю, а также преодоление ледовых перемычек работой набегам, плавание в канале за ледоколом в двухлетних арктических льдах толщиной до 3,4 метра в зимне-весеннюю и без ограничений в многолетних льдах в летне-осеннюю навигацию. Судно будет иметь ширину около 32 метров и максимальную осадку 8,5 метра. Запасы СПГ составят



около 10 тыс. кубометров. Ледокол сможет осуществлять автономные плавания длительностью до 20-25 суток.

Срок выполнения задания – не позднее 10 октября 2017 года. Проект оценивается в 30 тысяч евро. Первый в мире ледокол Polaris, который может использовать не только дизельное топливо, но и сжиженный газ, строился в течение двух лет и был спущен на воду в сентябре 2016 года.

https://360tv.ru/news/nauka_i_tehnologiya/rosatomflot-zakazal-v-finlandii

Новый автотопливозаправщик Минского автозавода

70

Вот уже на протяжении нескольких лет на Минском автозаводе изготавливаются автомобили в рамках государственной программы по расширению применения природного газа в качестве моторного топлива на автотранспортных средствах. Одним из них стал автотопливозаправщик, созданный специалистами ОАО «МАЗ» (управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ») и Гродненского механического завода, на базе автомобильного шасси МАЗ-6501У8 с колесной формулой 6×4. На нем установлен 400-сильный газовый двигатель производства Cummins Inc модели ISG12G Евро-5.

Особенность данной модели состоит в том, что она является первой автотехникой Минского автомобильного завода, в которой в качестве топлива используется природный газ, причем, хранится он в двух агрегатных состояниях: сжатом при давлении 20 МПа и сжиженном при температуре $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Прежде чем появилась эта машина, автозаводцы провели маркетинговые исследования на предмет наиболее востребованного типа автотранспортного средства. В результате выяснилось, что наиболее популярным у потребителей станет именно автошасси, предназначенное для установки различного коммунального и промышленного оборудования.

«Опыт эксплуатации подобных автомобилей показывает, что они достаточно экономичны при условии сохранения тенденции в отношении стоимости природного газа в сравне-

нии с нефтяными моторными топливами. К тому же природный газ является наиболее чистым топливом, благодаря незначительному содержанию твердых частиц и оксида азота, образующихся при сгорании. Кроме того, данный тип двигателей является и наиболее экологичным среди двигателей внутреннего сгорания,» – объяснил заместитель главного конструктора ОАО «МАЗ» Николай Лакотко.

К разработке конструкторской документации на автотопливозаправщик на автозаводе приступили в начале нынешнего года. А опытный экземпляр появился в июне 2017 г. С целью снижения себестоимости и максимальной унификации в конструкции грузовика применяются серийные узлы и агрегаты, такие как кабина, рама, мосты, подвеска и т.д. Новыми являются мотор и его системы, газобаллонное оборудование (разработаны оригинальные топливная система питания и тормозная система, система электрооборудования в части соответствия отдельным требованиям по перевозке опасных грузов) и т.д.

Необходимо отдать должное конструкторам, сумевшим одними из первых разработать автомобиль, который может работать как на сжиженном (СПГ), так и на компримированном (КПГ) природном газе, аналогов которому в Европе нет (у Iveco существует похожая модель автомобиля, но с меньшей мощностью двигателя).

На автотранспортном средстве справа установлен баллон 4-го класса безопасности под сжатый газ, изготовленный из полимерно-композитных материалов объемом 486 л, слева в базе установлен криобак из нержавеющей стали объемом 350 л. Для перевозки и хранения сжиженного природного газа на МАЗ-6501У8 установили 16-кубовую криоцистерну китайского производства Luxi с функцией самозаправки. В таком виде автотопливозаправщик предстал на своем дебютном показе – параде, посвященном Дню Независимости Республики Беларусь, проходившем в Минске 3 июля.

Планируется, что со временем отечественная надстройка заменит импортную. Работы в данном направлении уже ведутся на Гродненском механическом заводе. Кроме того, в Гродно планируется и изготовление криобаков для СПГ. Сейчас МАЗ-6501У8 передали гродненским специалистам для прохождения дальнейших сертификационных испытаний. Только после их завершения автотехнику смогут поставлять заказчикам.

Мелкосерийную сборку автошасси планируется начать в конце нынешнего года. В настоящее время на Минском автозаводе собраны еще несколько моделей с двигателями, работающими на газомоторном топливе: седельный тягач, бортовой автомобиль, мусоровоз, мобильный офис и др. В скором времени им также предстоит пройти необходимые испытания и получить сертификацию по требованиям безопасности технических регламентов Таможенного союза. Поставки таких машин будут осуществляться не только в Республику Беларусь, но также и в Россию, Казахстан и на Украину.

Юрий ВЛОДАВСКИЙ (фото автора)

Перепечатано с сайта <https://adt.by/maz-6501y8-novyiy-avtotoplivozapravshhik-minskogo-avtozavoda/>

Биометан от Carrefour

Во Франции продолжается развитие межотраслевых проектов в области использования природного газа в качестве моторного топлива на грузовом автотранспорте. Торговая сеть Carrefour и компания GNVERT – газомоторная дочка группы ENGIE (бывш. GDF Suez) – открыли в департаменте Сен-Сен-Дени (Seine-Saint-Denis) АГНКС для заправки автомобилей компримированным биометаном.

Замещение дизельного топлива природным газом приобретает все большую актуальность после 2012 года, когда Всемирная организация здравоохранения приняла решение отнести выбросы дизельных двигателей к канцерогенам первой группы (Group 1 carcinogen), которые провоцируют рак.

Переходя на использование биометана, менее опасного, чем дизельное топливо, группа Carrefour укрепляет не только свой «зеленый» имидж, но и социальный. По мнению представителей этой компании, метан на транспорте имеет положительные социально-экономические последствия: создание новых рабочих



Надпись на борту: «Использую топливо, полученное из отходов магазинов Carrefour»

мест и содействие развитию сельского хозяйства.

Партнерские взаимоотношения Carrefour и GNVERT в газомоторной области сложились несколько лет назад, когда была сформирована программа на 2013-2017 годы, предусматривающая строительство девяти АГНКС и приобретение 200 газовых грузовиков для обслуживания 250 городских магазинов в Париже, Марселе, Лионе, Бордо и Лиле.

Переход на биометан является частью программы сети Carrefour по сокращению к 2025 году удельных выбросов парниковых газов на корпоративном автотранспорте на 30 %. В городских условиях грузовики на биометане позволяют сократить шум от двигателя на 50 %, в их выбросах вообще нет твердых частиц, а содержание углекислого газа снижается на 75 %.

Новая АГНКС общего доступа построена в районе Курнёф (La Courneuve) на северо-востоке от Парижа. Она оборудована компрессорной установкой мощностью 2000 кубометров и рассчитана на ежедневное обслуживание как минимум 60 грузовых автомобилей, а также мусоровозов и другой техники. Станция имеет практически идеальное расположение – в непосредственной близости от крупных автомагистралей и различных торговых центров.

Сотрудничество Carrefour и GNVERT является очередным примером успешности модели многостороннего сотрудничества: транспортные и логистические компании (Navi, Vos Logistics), автопроизводители (Iveco, Scania, КАМАЗ), газовики и владельцы метановых заправок (GNVERT, ENGIE, Газпром) должны все больше ориентироваться на конечного потребителя, которым в газомоторном бизнесе может быть торговая сеть (Carrefour, McDonald's) или другой крупный якорный потребитель (промышленная, сельскохозяйственная или другая компания).

В заключение целесообразно отметить, что в проекте Carrefour применяют не только компримированный, но и сжиженный биометан.

Е.Н. Пронин

На основе информации компании ENGIE

В Астане появилось экологичное топливо для автотранспорта

В столице Казахстана установлена первая газозаправочная станция (АГНКС), которая осуществляет заправку транспорта экологичным топливом – компримированным природным газом (КПГ). Новое газомоторное топливо уже успешно используется для шаттлов, перевозящих посетителей международной специализированной выставки ЭКСПО-2017 и доступно для городского транспорта Астаны.

АГНКС, преобразующая в ходе технологического процесса сжиженный природный газ в компримированный, одновременно может заправлять два автобуса, время одной заправки – 20 минут.

Автобусные маршруты пролегают между крупными отелями Астаны, аэропортом и выставочным комплексом «Астана ЭКСПО-2017». Уже сегодня жители и гости столицы могут с комфортом и безопасно добраться до места проведения международной выставки.

Транспорт, работающий на газомоторном топливе, успешно эксплуатируется в южных регионах Казахстана, Узбекистане, России и положительно зарекомендовал себя как экологичный, долговечный и энергоэффективный, что, безусловно,

отвечает генеральной тематике выставки ЭКСПО 2017 – Энергия будущего.

Установка на территории города первой АГНКС позволяет обеспечить высококачественным газомоторным топливом до 70 городских автобусов в день. Использование природного газа для такого типа транспорта дает до 50 % экономии (в сравнении с дизельным топливом) и отвечает требованиям экологических стандартов до уровня Евро-5 включительно, что соответствует тренду энергоэффективности Республики Казахстан.

Развитие направления газомоторного топлива стало вторым этапом газификации столицы: в ходе экономического форума аким Астаны Асет Исекешев отметил, что решение по вопросу газификации в рамках комплексного плана энергосбережения будет принято в ближайшее время.

Напомним, что с февраля 2017 года в столице появился природный газ и была запущена первая станция регазификации.

http://bnews.kz/ru/news/v_astane_poyavilos_ekologichnoe_toplivo_dlya_avtotransporta

Первый в мире ледокольный СПГ-танкер

Christophe de Margerie, первый в мире ледокольный СПГ-танкер, получил груз сжиженного газа на терминале Хаммерфест (Норвегия), принадлежащем компании Statoil, и взял курс на Южную Корею. Порта прибытия судно достигнет, пройдя Северным морским путем.

Французская компания Total, которой принадлежит 18,4%-ная доля терминала Хаммерфест, объявила, что этот рейс знаменует собой ввод в эксплуатацию уникального корабля, сообщает ресурс LNG World News.

Christophe de Margerie станет первым в мире торговым судном, не сопровождаемым ледоколом, которое пройдет в Юго-Восточную Азию через Берингов пролив за 15 дней. Для сравнения – путь из Норвегии в Южную Корею через Суэцкий канал занимает 30 дней.

Напомним, первый в мире СПГ-танкер-ледокол получил свое название в честь исполнительного директора Total Кристофа де Маржери, трагически погибшего в авиакатастрофе в 2014 году. Судно было построено на верфях Daewoo Shipbuilding Marine Engineering (DSME) в Южной Корее.

Танкер Christophe de Margerie имеет ледовый класс Arc7, судно способно проходить льды толщиной до 2,1 метра, а его противоледовый пояс состоит из 70-миллиметровых стальных листов. СПГ-перевозчик с вместимостью баков 172 тыс. кубометров предназначен для работы при температурах до -52°C .

Танкер будет обслуживать проект «Ямал СПГ», который предполагает освоение Южно-Тамбейского газового месторождения и строительство завода мощностью 16,5 млн тонн сжиженного газа в год.



Первая из трех производственных линий на 5,5 млн тонн СПГ в год будет запущена в этом году. Акционерами предприятия являются крупнейший в России независимый производитель газа НОВАТЭК (60 %), французская Total и китайская госкомпания CNPC (по 20 %).

<https://teknoblog.ru/2017/07/31/80684>

Американские пеллеты могут уйти с европейского рынка

Согласно директиве Европейской комиссии (European RED II), вся биомасса, используемая на теплоэлектростанциях и котельных Европы, должна поступать из стран, ратифицировавших климатическое Парижское соглашение. Соединенные Штаты Америки, как известно, вышли из договора по сокращению выбросов парниковых газов, принятого большинством стран в столице Франции.

Как следствие, американские производители гранул могут полностью потерять европейский рынок сбыта. Уход из ЕС для пеллетных заводов США может быть довольно болезненным. На данный момент США являются главными партнерами Европы по поставкам древесных топливных гранул. Ежегодно из этой страны в ЕС поступает 4-5 млн тонн пеллет. В основном их используют в Великобритании, Дании и Бельгии.

В 1 квартале 2017 года импорт твердого пеллетированного биотоплива увеличился из Северной Америки в Европу на 8 %. Рост произошел за счет повышения спроса на бельгийском и датском рынках. Сможет ли США перенаправить поток выпускаемых пеллет на азиатское направление в Южную Корею и ряд других стран или использовать 4-5 млн тонн «европейских пеллет» внутри своей страны – сказать сложно.

С другой стороны, для производителей гранул из Канады и России, которые также входят в тройку лидеров по поставкам данной продукции в Европу, появляются новые возможности по расширению сбыта. Однако российские производители пеллет пока не готовы заменить 4-5 млн тонн американских пеллет русской продукцией. В нашей стране выпускается всего чуть более 1 млн тонн пеллет, которые активно экспортируются в Европу и Южную Корею. В то же время возможностей для создания новых производств существует довольно много. Но, как ранее сообщалось в прессе, расширять промышленность, полностью ориентированную на экспорт в Европу, довольно опасно. Нужен внутренний спрос.

В США есть внутренний рынок потребления пеллет, и поэтому их пеллетная промышленность после потери европейского рынка сможет хотя бы частично перенаправить выпускаемое биотопливо на собственные ТЭЦ и котельные. В России же пока это сделать нельзя, так как не создается сеть подобных биоэнергетических станций из-за сильного лоббирования газовиков и угольщиков. До сих пор в большинстве российских регионов разговоры о переходе на местные виды топлива, в частности, биотопливо, повисают в воздухе.

Что же будет делать Европа без 4-5 млн тонн в год американских гранул – тоже предсказать сложно. Политика ЕС строится на том, чтобы все больше и больше использовать биомассу вместо угля. Будут ли заменять древесные пеллеты гранулами из лузги, шелухи или соломы – открытый вопрос. Может быть данная замена

и станет возможной после ухода американских компаний из Европы. Крупные электростанции Европы предъявляют жесткие требования к теплотворности и зольности пеллет из древесины. Агрогранулы же пока не могут удовлетворить данным нормативам.

<http://www.biotoplivo.com/news/1457/>

В США создан первый в мире гибридный автозаправщик

Американская компания Chart Industries в сотрудничестве с Ground Force Worldwide (GFW) выпустили первый в мире гибридный автозаправщик, который может заправлять гигантские карьерные самосвалы одновременно дизельным топливом и сжиженным природным газом.



Следует отметить, что на одном из крупных проектов в канадской провинции Британская Колумбия уже работают шесть сверхтяжелых самосвалов. Их дизельные двигатели были модифицированы специалистами Chart Industries под использование СПГ. Еще несколько таких же грузовиков возят породу на карьере во Флориде. Для них компания и разработала свой автозаправщик. В целом Chart Industries отмечает рост интереса к гибридным решениям «СПГ–дизель» у горнодобывающего сектора и производителей сверхтяжелого грузового транспорта.

Дело в том, что у идеи использования СПГ в дизельном транспорте практически нет недостатков. Помимо практически полного отсутствия загрязняющих выбросов, газ еще и очень дешев по сравнению с дизельным топливом.

И в Азии это уже поняли. В планах КНР по снижению загрязнения воздуха приоритетной мерой является перевод грузового транспорта на газовое топливо. При этом средняя продолжительность эксплуатации грузовиков в Китае – 4 года. Таким образом, к 2020 году Китай сможет полностью перевести грузовой парк на газовое топливо.

Проникновение газовых двигателей в США займет больше времени – там грузовики выдерживают 7 лет, а в Европе еще больше – 10 лет.

<https://teknoblog.ru/2017/08/16/81234>

Газомоторное топливо в Чехии

Чешские СМИ сообщают о том, что в соответствии с результатами нового исследования, проведенного Чешским техническим университетом, использование автомобилей на КПП оказывает положительное влияние на снижение содержания оксидов азота в воздухе. Сообщается, что по сравнению с традиционными видами топлива выбросы NO_x от газовых автомобилей ниже примерно в 11 раз. Чешский газовый союз представил журналистам результаты этого исследования, а также материалы по исследованиям выбросов Европейской газомоторной ассоциации, в соответствии с которыми к 2030 году выбросы углекислого газа от газовых автомобилей будут на 36 % ниже выбросов бензиновых двигателей.



Сеть АГНКС Чешской Республики: красным цветом отмечены общественные заправки, синим – станции других компаний

Следует отметить, что в Чехии развитию использования КПП на транспорте способствует льготное налогообложение. Как сообщил заместитель министра промышленности Эдуард Муржицкий, Национальный план по «чистой мобильности», который был одобрен правительством в начале июля, предполагает создание еще 300 АГНКС (в дополнение к существующим 154) и сохранение льготного налогового режима для КПП и после 2020 года. Газ рассматривается как ключевой элемент долгосрочного снижения выбросов в транспортном секторе, отметил чиновник.

Продажи газовых автомобилей в стране растут на 30-40 % ежегодно, из приобретаемых новых автобусов четверть работает на КПП. Единственной преградой для развития газа на транспорте остается запрет на въезд в подземные паркинги. Сейчас обсуждается внесение изменений в эти требования. Основной спрос на газовые автомобили создают корпоративные клиенты. Частных покупателей останавливает ограниченная линейка газовых автомобилей, в которой практически отсутствуют модели премиального сегмента.

Успешно развивается заправочный сегмент рынка ГМТ Чехии. В качестве примера можно привести компанию Bonett Gas Investment. Эта компания – крупнейший оператор АГНКС в Чехии, ей принадлежат 30 газовых заправок, и до конца 2017 года их число вырастет до 40. В настоящее время компания строит станции средней производительности – до 500 м³/час.

Источники: Bonett Gas Investment, a.s.; <http://www.ngvglobal.com>

Abstracts of articles

P 5

Safety and operating efficiency of CNG automobiles

Viktor Erokhov

The indicators and generalized safety characteristics of gas-cylinder vehicles design are described. Technical solutions for the safety precautions of gas-cylinder vehicles design are given. A schematic diagram of the power supply system of a gas-cylinder vehicle on compressed natural gas is demonstrated. The peculiarities of their operation are described.

Keywords: compressed natural gas, gas engine, reliability, physical parametric failure, construction safety, full life cycle, design safety characteristics, lubricator.

References

1. Erokhov V.I. and others. Prospects for the use of natural gas in road transport // Avtodorozhnik Ukrainy. – 1981. – No. 2. – P. 21-23.
2. Hamilton A. Two-fuel system Genesis Edge Dual-Fuel on trucks Volvo (Classic) FM460 / FH460. Technical description of the Genesis Edge Dual-Fuel system (brochure). 10/18/2013. – Volvo FM13 FH13. – P. 1-44.
3. Erokhov V.I. Ecological efficiency of a gas-cylinder vehicle with compressed natural gas // Transport on alternative fuel. – 2017. – No. 2. – P. 21-32.
4. Erokhov V.I. Gas-cylinder cars (design, calculation, diagnostics). Textbook for universities. – M.: Hot line-Telecom, 2016. – 598 p.
5. Electronic resource. Volvo Diesel CGN Training (Rus).
6. Erokhov V.I., Karunin A.L. Gas diesel cars (design, calculation, operation). – Moscow: Graf-Press, 2005. – 558 p.

P 21

Diminution of non-methane hydrocarbons in exhaust gases of gas-engine by active displacement regulation

Nikolay Patrakhaltsev, Petr Oschepkov, Shamil Lotfullin

Some of the results of rated-experimental investigation of opportunities on exhaust emission reduction of total and non-methane hydrocarbons during exploitation of gas-engine are presented. The results described may be achieved by some cylinders disconnection during low loads regimes. Among other things, gas-engine may have more total hydrocarbons in exhaust gases, than liquid-fuelled engine, but less of non-methane hydrocarbons. This quantity may be reduced for 20 - 30 % by regulation of active displacement of engine.

Keywords: gas-engine, alternative fuel, natural gas, operating fuel efficiency, emissions reduction, light load, disconnection of cylinders, active engine capacity adjustment.

References

1. Patrakhaltsev N.N. Increase the economic and environmental qualities of internal combustion engines based on the use of alternative fuels. – Moscow: Publishing House of the Peoples' Friendship University of Russia, 2008. – 267 p.
2. Balabin V.N. Regulation of transport engines by cutting off part of the cylinders. Monograph. – M.: SEI «Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport», 2007. – 143 p.
3. An estimation of an opportunity of increase of profitability of the car by regulation of working volume of the engine / N.N. Patrakhaltsev, I.A. Petrunya, R.O. Kamyshnikov, E.A. Savastenko // Automobile industry. – 2014. – No. 6. – P. 10-12.
4. Selivanov S.V. Gas engines with Econtrols power system. Presentation. KAMAZ – the center, 2015. – 36 p.
5. Patrakhaltsev N.N., Vinogradov L.V., Lotfullin Sh.R. Increase of economy of the gas engine KAMAZ disconnection of a part of cylinders on modes of small loadings // Transport on alternative fuel. – 2017. – No. 1 (55). – P. 31-35.
6. Kulchitsky A.R. Toxicity of automobile and tractor engines: Textbook for higher education. – 2 nd ed., Rev. and add. – Academic Project, 2004. – 400 p.

P 29

The Use of Blends of Petroleum Diesel Fuel and Camelina Oil as a Motor Fuel

Vladimir Markov, Stanislav Loboda, In' Min

Advantages of using fuels of vegetable origin as motor fuels are shown. Possible ways of using camelina oil as a fuel for a diesel engine are considered. Experimental research of diesel engine D-245.12S functioning on mixtures of diesel fuel and camelina oil of various percentages is given. An opportunity of improving characteristics of exhaust gases toxicity by using these mixtures as a fuel for automobile and tractor diesel engines is demonstrated.

Keywords: diesel engine, petroleum diesel fuel, alternative fuel, vegetable oil, camelina oil, biofuel mixture.

References

1. Alternative fuels for internal combustion engines / A.A. Aleksandrov, I.A. Arkharov, V.A. Markov and others. Editors. A.A. Alexandrov, V.A. Markov. – M.: OOO SIC «Engineer», LLC «Oniko-M», 2012. – 791 p.
2. Alternative environmentally friendly types of fuel for cars: Properties, varieties, applications / V.E. Yemelyanov, I.F. Krylov. – M.: Open Company «Publishing house Astrel», Open Company «Publishing house AST», 2004. – 128 p.

3. Alternative motor fuels: Proc. manual for universities / A.L. Lapidus, I.F. Krylov, F.G. Zhagfarov, and others. – M.: CentrLitNefteGas, 2008. – 288 p.
4. Lhyotko V., Lukanin V.N., Khachian A.S. Application of alternative fuels in internal combustion engines. – Moscow: Publishing house MADI (TU), 2000. – 311 p.
5. Use of vegetable oils and fuels based on them in diesel engines / V.A. Markov, S.N. Devyanin, V.G. Semenov and others – M.: LLC Research Center «Engineer», LLC «Oniko-M», 2011. – 536 p.
6. Markov V.A., Devyanin S.N., Zykov S.A., Gaidar S.M. Biofuel for internal combustion engines. – M.: SRC «Engineer» (Union of NIO), 2016. – 292 p.
7. Markov V.A., Bashirov R.M., Gabitov I.I. Toxicity of exhaust gases of diesel engines. – M.: Bauman Moscow State Technical University, 2002. – 376 p.
8. Vasiliev I.P. The effect of vegetable fuels on the environmental and economic performance of the diesel. – Lugansk: Publishing house of East Ukrainian University named after V. Dahl, 2009. – 240 p.
9. Godina E.D. Determination of Combustion Heat of Diesel Mixture Biofuel from Soybean Oil // Herald of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov. – 2013. – V. 10. – № 5 – P. 25-29.
10. Buyankin V.I. New varieties of oilseeds from the cabbage family // Oils and fats. – 2012. – № 4. – P. 22-23.
11. Buyankin V.I. Russian redhead for the West // Oils and fats. – 2012. – № 6. – P. 16-19.
12. Lisitsyn A.N., Davidenko E.K., Bykova S.F., Minasyan N.M. More attention to the prospective culture – the redhead // Oil and fat industry. – 2012. – No. 1. – P. 11-13.
13. Sizova N.V., Pikuleva I.V., Chikunova T.M. Fatty acid composition of Camelina Sativa (L.) Crantz oil and choice of the optimal antioxidant // Chemistry of plant raw materials. – 2003. – No. 2. – P. 27-31.
14. Petrova S.N., Malanina O.O. Influence of storage conditions on quality indicators of sunflower and flax oil // Fat-and-oil industry. – 2012. – No. 1. – P. 16-18.
15. Ukhanov A.P., Ukhanov D.A., Shemenov D.S. Diesel fuel mixture: monograph. – Penza: Printing and publication department of the Penza State Agricultural Academy, 2012. – 147 p.
16. A.A. Khokhlov, A.A. Guzyaev. Saving of motor fuel using mixed diesel fuel based on redhead oil // International research and practice conference «Problems, ideas and innovations in the agroindustrial complex». December 16-17, 2013. – Kazan: Kazan University, 2014. – P. 176-181.

P. 41

Propulsion machinery with an atomic hydrogen diesel engine

Michail Balashov, Andrey Evstifeev

The article suggests a new case of a diesel engine on hydrogen fuel use as a propulsion machinery, for which it is proposed to carry out its deep modernization. The calculations, technical characteristics and the sequence of actions for modernization are described.

Keywords: propulsion machinery, atomic hydrogen, internal combustion engine, cylinder reconstruction.

References

1. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Sergeev M.S. Method to ensure the robustness of the power supply control system of a gas vehicle // Transport on alternative fuel. – 2016. – No. 3 (51). – P. 51-60.
2. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Khetagurov Y.A. Methods and tools for optimizing the location of production and supply infrastructure. Scientific session of NRNU MEPhI-2015. Annotations of reports: in 3 volumes, Ed. Golotyuk O.N. – 2015. – P. 74.
3. Evstifeev A.A. Analysis of the efficiency of the production process at the CNG station // Transport on alternative fuel. – 2015. – No. 5 (47). – P. 27-33.
4. Evstifeev A.A. Modern Approaches to the Selection of the Performance of the Main Process Equipment for Natural Gas Refueling Facilities // Transport on Alternative Fuel. – 2015. – No. 4 (46). – P. 48-54.
5. Evstifeev A.A., Shuvalov B.V., Khachaturova E.G. Monitoring of objects and modeling of the technological process in the system of decision support for the development of a network of cryogenic filling stations // Bulletin of the National Research Nuclear University MEPhI. – 2015. – T. 4. – No. 5. – P. 458-463.
6. Evstifeev A., Zaeva M., Krasnikova S., Shuvalov V. Multi-criteria equipment control in complex engineering systems // Asian Journal of Applied Sciences. – 2015. – T. 8. – No. 1. – P. 86-91.
7. Evstifeev A.A. Multi-criteria control of technological equipment of complex technical systems using methods for obtaining fuzzy inferences // Transport on alternative fuels. – 2014. – No. 5 (41). – P. 44-48.
8. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Khetagurov Y.A. Application of mathematical modeling for testing and testing complex technical systems // Bulletin of the National Research Nuclear University MEPhI. – 2013. – V. 2. – № 1. – P. 115.
9. Evstifeev A.A., Zaeva M.A. Automated system of the unified state register of gas-cylinder equipment // Scientific session of NRNU MEPhI-2012. Annotations of reports: in 3 volumes. – 2012. – P. 285.
10. Dedkov V.K., Evstifeev A.A. Methodology for assessing the reliability of a technical system based on test results // Problems of safety theory and system stability. – 2010. – No. 12. – P. 215-221.
11. Evstifeev A.A., Dedkov V.K. Methodology for assessing the reliability of a technical system based on test results. // Problems of safety theory and system stability. – 2009. – No. 12. – P. 215.

Авторы статей в журнале № 5 (59) 2017 г.

Балашов Михаил Леонидович,
ведущий инженер ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
115583, Москва, а/я 130, тел.: (498) 657-43-92,
e-mail: M_Balashov@vniigaz.gazprom.ru

Евстифеев Андрей Александрович,
начальник лаборатории
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», доцент Националь-
ного исследовательского ядерного университета
«МИФИ», к.т.н., 115583, Москва, а/я 130,
тел.: (910) 460-78-86, +7 (498) 657-43-82,
e-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Ерохов Виктор Иванович,
д.т.н., профессор Московского политехнического
университета (Московский политех),
Заслуженный деятель науки РФ,
адрес: 107023, г. Москва, ул. Большая Семёнов-
ская, д. 38, р.т. 8 (499) 785-62-05,
м.т. 8 916-150-17-87,
e-mail: PDO@mami.ru

Инь Мин,
магистрант кафедры «Поршневые двигатели»
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
e-mail: 340688606@qq.com

Лобода Станислав Сергеевич,
инженер ООО «ВАЙТЕКС»,
г. Реутов Московской области,
тел. 8 910 494-99-96
e-mail: st-loboda@yandex.ru

Лотфуллин Шамиль Рафилевич,
генеральный директор ООО «Био Интер»,
м.т.: 925 515-77-79, e-mail: lshr@mail.ru

Марков Владимир Анатольевич,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Поршневые двигатели» Московского государ-
ственного технического университета
им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана),
тел. 917 584-49-54, р.т. (499) 263-69-18,
e-mail: vladimir.markov58@yandex.ru

Ощепков Пётр Платонович,
к.т.н., доцент РУДН,
м.т.: 8 925 321-1-32, e-mail: o.p.p.67@mail.ru

Патрахальцев Николай Николаевич,
д.т.н., Заслуженный работник высшей школы РФ,
профессор-консультант Университета дружбы
народов (РУДН),
д.т.: (495) 680-16-88, р.т. 952-62-47,
м.т. 915 278-54-06,
e-mail: patrakhaltsev37@mail.ru

Contributors to journal issue No 5 (59) 2017

Balashov Michail,
Leading engineer of Gazprom VNIIGAZ,
office phone: + 7 (498) 657-43-92,
e-mail: M_Balashov@vniigaz.gazprom.ru

Erokhov Viktor I.,
the professor of the Moscow state technical university
(MAMI), Dr.Sci.Tech., the Honored worker
of a science of the Russian Federation,
e-mail: PDO@mami.ru

Evstifeev Andrey,
PhD, Head of laboratory,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
p/o 130, Moscow, Russia, 115583,
e-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

In' Min,
Master's Degree Student, departament
«Piston Engines», Bauman Moscow
State Technical University,
e-mail: 340688606@qq.com

Loboda Stanislav,
engineer ООО VAYTEKS,
Reutov, the Moscow Region,
phone: + 7 910 494-99-96
e-mail: st-loboda@yandex.ru

Lotfullin Shamil,
general director Ltd «Bio Inter»,
phone: +7 925 515-77-79,
e-mail: lshr@mail.ru

Markov Vladimir,
D. Sc. (Eng.), professor of
«Piston engines» department of the
Bauman Moscow State Technical University,
phone: + 7 917 584-49-54,
e-mail: vladimir.markov58@yandex.ru

Oschepkov Petr,
assistant professor, Peoples' Friendship University of
Russia (PFUR), Candidate of Sciences,
phone: + 7 925 321-1-32,
e-mail: o.p.p.67@mail.ru

Patrakhaltsev Nikolay,
Dr.Sc., prof. of Department of Thermotechnics and
Thermal Engines of Russian Peoples' Friendship Uni-
versity (RPFU), Moscow,
e-mail: patrakhaltsev37@mail.ru

Подписка – 2017

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 142717, Московская обл., Ленинский р-н., п. Развилка, а/я 253
Тел.: +7 (498) 657 29 77, e-mail: transport.1@ngvrus.ru, transport.2@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели!
Продолжается подписка на 2017 г.

Подписчики	Годовая, 6 номеров	Полугодовая, 3 номера
Россия	6 000 руб.	3 000 руб.
Страны СНГ	6 000 руб.	3 000 руб.
Страны дальнего зарубежья	190 евро	120 евро

Отдельные экземпляры журнала (1 000 руб) можно приобрести в редакции.

Электронная версия журнала (формат PDF, 6 номеров):

- для РФ и стран СНГ – 3 000 руб.
- для стран дальнего зарубежья – 100 евро.

Подписку на 2017 г. можно оформить по факсу, электронной почте или непосредственно в редакции; также через агентства «Роспечать» (подписной индекс 72149).

Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

В текстовом блоке	В рублях	В долларах США	В евро
1 страница (210 × 290 мм)	35 400	900	770
½ страницы (125 × 176 мм)	17 700	550	480
¼ страницы (70 × 176 мм)	11 800	300	260
Презентация (1 стр.)	11 800	300	260
Специальный раздел (1 стр.)	5 900	—	—
На обложке			
1-я страница (150 × 210 мм)	41 300	1000	860
2-я или 3-я страницы (290 × 210 мм)	35 400	900	770
4-я страница (290 × 210 мм)	39 000	950	820

Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы eps, tiff, jpeg, pdf.

Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.