АГЗК + АТ «АвтоГазоЗаправочный Комплекс + + Альтернативное топливо»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 8 (113) 2016 г. **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКА

Грушников В.А.
Совершенствование транспортной энергетики 3
Транспортные технологии немыслимы без топливной энергетики, определяющей их экономические и экологические показатели. Некоторые аспекты проблем и совершенствования топливной энергетики рассмотрим на примере использования нефтяного и газового моторного топлива.

Гайворонский А.И.
Сравнительный анализ теплового состояния поршня газожидкостного двигателя транспортного назначения и его дизельного прототипа 10
Использование природного газа в качестве моторного топлива возможно, причем как в чисто газовом, так и в газожидкостном рабочих процессах. Если учитывать весь комплекс вопросов, связанных с переходом на новое моторное топливо, включая экономические, экологические, технические, эксплуатационные и др., то и в том и в другом случаях есть свои преимущества и недостатки, на которых мы в этой работе останавливаться не будем. При этом двигатель может изначально проектироваться как газовый (газожидкостный) или же может быть конвертирован из бензиновых (дизельных) прототипов. Очевидно, что способ организации рабочего процесса не должен негативно сказываться на работоспособности и надежности конвертированного двигателя по сравнению с двигателем-прототипом.

Марков В.А., Суровцев И.Г., Блудова И.И., Зыков С.А.
Анализ экологических характеристик этанола и его смеси с нефтяным дизельным топливом 18
Проведен сравнительный анализ целесообразности производства и применения различных биотоплив. Проанализированы преимущества использования этанола в качестве экологической присадки к моторным топливам. Исследована работа дизеля типа Д-245.12С на смеси нефтяного дизельного топлива с добавкой этанола. Показана возможность улучшения показателей токсичности отработавших газов при использовании этой смеси в качестве моторного топлива. Проведена оценка экологических свойств этой смеси.

ИНФОРМАЦИЯ

Савинская И.В.
9-я Международная выставка "Мир автобусов" 32
С 18 по 20 мая в Коломне прошел 9-й Международный автотранспортный фестиваль "Мир автобусов". Его организаторами выступили ГУП МО "МОСТРАНСАВТО", МАП № 2 "Автоколонна 1417" при поддержке Правительства Московской области и Министерства транспорта Московской области. На выставочных площадках он собрал стенды 40 участников и 30 экземпляров современной автобусной техники.

Куприянов С.В.
Как природный газ используется в качестве автомобильного топлива 36
"Газпром" ведет масштабную работу по развитию российского рынка газомоторного топлива, в первую очередь за счет строительства новой газозаправочной инфраструктуры. Сегодня на территории России "Газпрому" принадлежат 213 АГНКС – автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (всего на начало 2016 г. в стране насчитывалось около 270 АГНКС).

Сергеев М.В.
Газовый грузовик Scania G340 CNG – автомобиль будущего 38
Будущее волнует всех. Некоторые просто ночей не спят, пока на смогут заглянуть в туманные, сияющие перспективы экологически чистого, эффективного и недорогого транспорта. Итак, сияющее будущее наступило, но наступило оно не сегодня, а в феврале 2015 г., когда компания Scania вывела на наш рынок грузовики с двигателями на метане. Однако реальный тест газомоторного грузовика удалось сделать только сегодня. И именно сегодня я понял, что реальное будущее как раз за машинами на метане. Почему? Сейчас объясним.

Арнаутова Л.С.
Ралли-рейд "Великая степь – Дон 2016" 41
Экипаж команды G-Energy Rally Team Владимир Васильев и Константин Жильцов выиграли третий этап чемпионата России по ралли-рейдам, который состоялся 10–12 июня в Волгограде.

Канунников С.В.
Советские машины на альтернативном топливе 44
Может ли представить себе современный водитель, что каждые 100 км нужно скармливать автомобилю минимум полсотни килограммов древесных чурок (а сначала дрова надо напилить и наколоть), каждые 150 км спускать конденсат, через каждые 200 км чистить охладитель? А ведь газогенераторные автомобили выпускали серийно, причем до 1958 г.! А еще раньше такие машины ездили в длинные испытательные пробеги, скажем, от Москвы до Омска.

"Газпромнефть – смазочные материалы" и БЕЛАЗ подписали меморандум о стратегическом сотрудничестве 47

Новая модель спецтехники "Урал NEXT" для строительной отрасли . . . 48

"Газпромнефть – смазочные материалы" начала поставки масел в Казахстан 48

Учредитель
ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

Главный редактор
В.Ф. Третьяков – академик РАИН,
д-р хим. наук, профессор

Зам. главного редактора
А.С. Савченко

Председатель редакционного совета
В.Ф. Корнюшко – д-р техн. наук,
Заслуженный деятель науки и техники РФ

Состав редакционного совета:
член-корр. АН РТ **Г.С. Дьяконов**
(Респ. Татарстан, г. Казань)
д.т.н. **В.А. Марков**
(МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)
д.т.н. **Н.Г. Кириллов**
(ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", г. Санкт-Петербург)
д.т.н. **И.М. Коклин**
(ООО "Газпром Трансгаз Ставрополь")
член-корр. НАН **Ю.Н. Литвишков**
(Азербайджан, г. Баку)
академик НАН **И.И. Лиштван**
(Беларусь, г. Минск)
академик РАЕН **С.В. Мещеряков**
(МИНГП, г. Москва)
д.э.н. **А.В. Николаенко**
(МГТУ МАМИ, г. Москва)
О.Н. Румянцева
(ООО "Издательство "Инновационное машиностроение")
д.х.н. **Р.М. Талышинский** (РАН ИНХС, г. Москва)
академик НАН РК, **Е.М. Шайхутдинов**
(Респ. Казахстан, г. Алматы)

Редактор
И.Л. Сильченкова

Компьютерная верстка
С.А. Жиркина

Адрес и телефон редакции:
107076, г. Москва, Колодезный пер., д. 2а, стр. 2
Тел.: 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
www.mashin.ru

Подписано в печать 28.07.2016 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы по каталогам): "Роспечать" – инд. **84180**; "Пресса России"– инд. **39543**; "Почта России" – инд. **10044**

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). **Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–63954**

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", допускаются со ссылкой на источник информации и только с разрешения редакции.

© ООО "Издательство "Инновационное машиностроение", "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", 2016

АГЗК + АТ

«AutoGas Filling Complex + Alternative fuel»

AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

№ 8 (113) 2016 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

A magazine is plugged in List of editions of VAK Minobrnauki Russian Federation

CONTENTS

SCIENCE

Grushnikov V.A.

Improving transport energy 3

Transportation technology is not conceivable without fuel energy, defining their economic and environmental performance. Some aspects of the problems and improving the fuel energy-rim Consider the example of the use of oil and gas motor fuel.

Gaivoronskiy A.I.

Comparative analysis of the thermal state of the gas-liquid piston engine transport destination and diesel prototype 10

The article notes that the use of natural gas as a motor fuel is possible in pure gases and gasliquid workflows. If we consider the whole range of issues related to the transition to the new motor fuel, including economic, environmental, technical, operational, etc., Then in fact, and in other cases, has its advantages and disadvantages, which we in this paper will not dwell. This engine can be designed initially as a gas (gas-liquid), or can be converted from gasoline (diesel) prototype. It is obvious that the method workflow should not adversely affect the converted engine efficiency and reliability in comparison with the engine – the prototype.

Markov V.A., Surovtsev I.G., Bludova I.I., Zykov S.A.

Analysis of the Ecological Characteristics of Ethanol and its Mixtures with Petroleum Diesel Fuel **18**

A comparative analysis of the feasibility of production and usage of various biofuels is carried out. The advantages of using ethanol as ecological additive to motor fuels is analyzed. Func-tioning of the diesel engine of the type D-245.12S using the mixture of petroleum diesel fuel with the ethanol additive is investigated. An opportunity of improving the indicators of toxici-ty of exhaust-gases when using this mixture as a motor fuel is shown. An assessment of eco-logical properties of this mixture is carried out.

INFORMATION

Savinskaya I.V.

9th International Exhibition "Bus World" 32

On 18–20 May in Kolomna was the 9th International Autotransport Festival "Bus World". It was organized by GUP MO "Mostransavto" MAP number 2 "Avtocade 1417" with the support of the Government of the Moscow Region and the Ministry of Transport of the Moscow Region. At the fairgrounds, he gathered benches 40 participants and 30 copies of modern bus technology.

Kupriyanov S.V.

As natural gas used as motor fuel 36

"Gazprom" is a large-scale work on development of the Russian market of motor fuel in the first place due to the construction of a new gas fueling infrastructure. Today "Gazprom" in Russia belong to the 213 CNG stations – CNG filling stations (just at the beginning of 2016 there were about 270 CNG stations in the country).

Sergeev M.V.

Gas truck Scania G340 CNG – vehicle of the future 38

The future care of. Some just do not sleep nights until able to look into the hazy, glowing prospects of eco-friendly, efficient and affordable transport. Thus, the radiant future has come, but it does not come today, and in February 2015, when Scania has brought to our truck market with engine on methane. However, the real test of NGV truck managed to do just this. And just today I realized that the real future is just around the cars on methane. Why? Let me explain.

Arnautova L.S.

Rally-raid "Great Steppe Don – 2016 " 41

The crew of G-Energy Rally Team, Vladimir Vasiliev and Konstantin Zhiltsov won the third stage of the championship of Russia on rally-raids, which took place on 10–12 June in Volgograd.

Kanunnikov S.V.

Soviet cars on alternative fuel 44

Can you imagine a modern driver that every 100 km the car should be fed at least fifty kilos of wood chocks (but first it is necessary to saw wood and chop), every 150 km of lower condensate every 200 km to clean the cooler? But the gas-generating cars are mass-produced, and until 1958! And before these machines went into a long test runs, for example, from Moscow to Omsk.

"Gazpromneft – Lubricants" and BELAZ signed a memorandum on strategic cooperation 47

The new model of special equipment "Ural NEXT" for the construction industry 48

Gazpromneft-Lubricants began shipping oil in Kazakhstan 48

Founder
LLC "Publishers "Innovative mashinostroenie"

Editor-in-chief
V.F. Tretyakov – academician of RAES,
doctor of chemical sciences, professor

Deputy editor
A.S. Savchenko

Chairman of the editorial board
V.F. Kornyushko – doctor of technical sciences,
honored scientist of the Russian Federation

The editorial board:
corresponding member of the AS RT **G.S. D'yaconov**
(Tatarstan Resp., Kazan)
doct. of techn. sc. **V.A. Markov**
(Bauman MSTU, Moscow)
doct. of techn. sc. **N.G. Kirillov**
(LLC "IPC Stirling-Technology", St. Petersburg)
doct. of techn. sc. **I.M. Koklin**
(LLC "Gazpom Transgaz Stavropol")
corresponding member of the ANAS **Yu.N. Litvishkov**
(Azerbaijan, Baku)
academician of the NAS **I.I. Lishtvan**
(Belarus, Minsk)
academician of the RANS **S.V. Meshcheryakov** (MINGP, Moscow)
doct. of econom. sc. **A.V. Nikolaenko** (MSUME, Moscow)
O.N. Rumyantseva
(LLC "Innovative mashinostroenie" Publishers)
doct. of chem. sc. **R.M. Talyshinsky** (TIPS RAS, Moscow)
Academician of the NAS RK **E.M. Shaikhutdinov**
(Kazakhstan Resp., Almaty)

Editor
I.L. Silchenkova

Computer Design
S.A. Zhirkina

Address and phone edition:
107076, Moscow, Kolodezniy per., 2a, str. 2
Tel.: 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
www.mashin.ru

The magazine is distributed by subscription, which can be obtained at any post office (directory indexes):
"Rospechat" – ind. **84180**, "The Russian Press" – ind, **39543**, "Mail of Russia" – ind. **10044**

The magazine is registered with the Federal agency for Supervision of Communications, Information Technology and Communications (Roskomnadzor), **Registration certificate PI N FS77–63954**

Reprint is possible only with the reference to the journal "Autogas filling complex + alternative fuel"

© LLC “Innovative mashinostroenie" Publishers, “Autogas filling complex + alternative fuel”, 2016

УДК 656:658.261

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В.А. Грушников, канд. техн. наук, ВИНИТИ РАН, г. Москва

Транспортные технологии немыслимы без топливной энергетики, определяющей их экономические и экологические показатели. Некоторые аспекты проблем и совершенствования топливной энергетики рассмотрим на примере использования нефтяного и газового моторного топлива.

Ключевые слова: энергия; топлива моторные; водород; энергоемкость; токсичность; хранение; доставка; автомобильный транспорт.

Improving transport energy

Grushnikov V.A., Ph.D. of technical sciences, VINITI of RAS, Moscow

Transportation technology is not conceivable without fuel energy, defining their economic and environmental performance. Some aspects of the problems and improving the fuel energy-rim Consider the example of the use of oil and gas motor fuel.

Keywords: energy; motor fuels; hydrogen; energoem-bone toxicity; storage; shipping; road transport.

Стремление к энергоэффективности и действенной защите окружающей среды уже привело к серьезным изменениям конструктивно-технологических решений в области приводов промышленных установок и колесных транспортных средств (КТС). В качестве экономичных и экологически более чистых довольно успешно используются двухтопливные нефтегазовые двигатели внутреннего сгорания (ДВС), газовые ДВС, комбинированные энергетические установки с ДВС и электродвигателем/генератором и чистые (полные) электромашины и энергоаккумуляторы. Но, поскольку тепловая поршневая машина в виде ДВС является наиболее энергоффективным приводом КТС, отказаться от ее услуг пока не представляется ни нужным, ни логичным. Поэтому она продолжает совершенствоваться и еще не скоро сдаст свои позиции, правда, при условии достаточности и приемлемости цены углеводородного топлива.

Лишь небольшая часть используемой по различному назначению энергии вырабатывается из возобновляемых источников, главными среди которых являются солнце и ветер. Ветровая энергетика активно развивается [1] в оффшорных зонах Северного и Балтийского морей (рис. 1). Только в

Рис. 1. *Оффшорная ветровая энергетика*

Германии к 2020 г. запланировано получение не менее 6,5 ГВт электроэнергии в их ветрогенераторных технопарках, а к 2030 г. – не менее 15 ГВт.

Поэтому основными источниками энергии, в том числе для КТС, продолжают оставаться углеводороды. А поскольку транспорт после промышленности (35,2 % потребления топливно-энергетических ресурсов России) является основным топливопоглощающим сектором экономики (23,3 % расхода топливно-энергетических ресурсов), "правильное" использование энергии в КТС для него имеет важнейшее значение. В их энергоустановках используются различные виды топлива/энергии, но все же основными пока продолжают оставаться бензин, керосин, дизельные топлива и набирающий силу и популярность, как и альтернативное электричество, газ в виде пропана, бутана и метана.

А конкурентоспособность альтернативного жидким углеводородам газового топлива рассматривается его потребителями не только и не столько из-за стоимости, а в большей степени, из-за экологических соображений. Нынешний кризис перепроизводства нефти и нефтепродуктов серьезно нивелирует ценовые различия между жидкими и газообразными углеводородами, а вот по токсичности продукты сгорания в цилиндрах ДВС, выбрасываемые с отработавшими газами (ОГ) нефтяных топлив гораздо больше и вреднее, чем у газовых (у водорода они и вовсе отсутствуют).

В связи с этим расширяется использование газомоторного топлива в КТС. В том числе из-за того, что за последние двадцать лет, средняя цена бензина в США, например, увеличилось на 250 %, а теплотворная способность топлива малотоннажных КТС возросла только на 25 %. В связи с этим и по причине меньшей токсичности продуктов сгорания газомоторного топлива наблюдается устойчивый рост потребления природного газа автомобильным транспортом: от около 64,35 млн л газового эквивалента бензина в 1992 г. до 832,8 млн в 2011 г. Популярность компримированного, т.е. сжатого, метана и пропан-бутана наглядно демонстрируется географией его распространения. Так, традиционно сильные рынки Индии (700 тыс. ед. газобаллонных автомобилей), Ирана (1,907 млн ед.) и Пакистана (2,2501 млн ед.) имеют значительные объемы продаж оборудования и, как ожидается, станут ведущими странами по показателю количества автомобилей, работающих на сжатом природном газе метане и пропан-бутане. В латиноамериканских странах (Аргентина – 1,827 млн ед., Бразилия – 1,64 млн ед.) по-прежнему популярнее сжатый природный газ метан. Пропан-бутан удерживает доминирующие позиции в России (странно, но пока только 100 тыс. ед., а в Украине – 200 тыс. ед., хотя и в США – всего 110 тыс. ед.) и Евросоюзе (в Италии, например, – 677 тыс. ед.). По прогнозу экспертов Frost&Sullivan, в ближайшем будущем эти виды топлива станут еще популярнее: ожидается четырехкратный рост продаж автомобилей с газовыми ДВС после 2016 г.

Нереализованными пока остаются возможности экологически безупречного, универсального водорода – источника энергии с неисчерпаемыми запасами на Земле и высокой энергетической отдачей (теплота сгорания составляет 143 кДж/г – примерно в 5 раз выше, чем у углеводородов – 29 кДж/г). Он относится к химическим источникам тока, в которых сведены три фазы физико-химической системы: газ, (топливо, окислитель), электролит (проводник ионов), механический электрод (проводник электронов). Водород обладает КПД более 80 % и с непосредственным каталитическим преобразованием в электрическую энергию может и уже экспериментально используется в топливных элементах [2] с выделением большого количества технологично утилизируемой тепловой энергии. При переходе же на сжиженный газ выбросы CO_2 могут быть сокращены на 26 %.

Однако, как подробно рассмотрено в [3], наряду с перечисленными плюсами, у водорода и газа в сжиженном при криогенных температурах и под высоким давлением имеется ряд недостатков: пожаро- и взрывоопасность – самовоспламеняемость при высокой температуре на воздухе, летучесть и жидкотекучесть – проницаемость стенок емкостей для хранения.

Решение этой проблемы безопасности найдено [4] при гидрогенизации водорода с превращением в нелетучий, не пронизывающий стенки стальных цистерн и других резервуаров, и нетоксичный жидкий дибенцилтоллуол с обозначением LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier), обладающий удельной энергетической плотностью 2,05 кВт ч/кг, что в 10–15 раз выше, чем у литий-ионных аккумуляторов.

Рис. 2. *Электроприводная Toyota Mirai с водородными топливными элементами*

Эти и другие прорывные инновации позволяют расширить область применения альтернативного газового топлива в КТС. Так, первый в мире четырехместный седан Mirai (рис. 2) японской компании Toyota с электроприводом мощностью 114 кВт от водородных топливных элементов с удельной мощностью 3,1 кВт/л водорода в четырех топливных баках под давлением 70 МПа общей емкостью 122,4 л и автономным пробегом 500 км впервые был показан [5] в декабре 2014 г. Он уже выпущен серией в 700 экземпляров и продается в Японии и США, а с сентября 2015 г. представлен на автомобильном рынке Германии.

Не последнюю роль в конкурентоспособности КТС с разным приводом играет их автономный запас хода. А он определяется, наряду с емкостью топливного бака или энергоемкостью аккумуляторов, емкостью носителя энергии. Этому аспекту транспортной топливной энергетики особое внимание уделил [6] в своем докладе на 19-й Международной научной конференции по транспорту 2015 г. в Литве сотрудник Технологического университета Белостока (Польша). На примере легкового автомобиля BMW E60 M5 в виртуальном ездовом цикле сравнительно оценен потенциальный автономный запас хода в стабилизировавшемся транспортном потоке пассажирского КТС с бензиновым, дизельным и газовым (сжиженный природный газ) ДВС, определяемый, кроме энергоемкости топлива, многими факторами.

Запас хода определяется и манерой управления КТС водителем, и прогнозированием динамики его движения, оптимизация которых позволяет [7] эффективнее расходовать энергию. Это наглядно проявляется на примере реализации концепции используемой в последних моделях легковых автомобилей германского концерна BMW системы эффективной динамики, отслеживающей позиционирование на макро- и микрогоризонтах для навигационной оценки маршрута и безопасности движения, соответственно, рекомендующей водителю колесного транспортного средства экономичные режимы движения и оповещающей его о запасе хода по наличию топлива в баке КТС с ДВС или остаточной энергоемкости аккумуляторов электромобиля и о расположении топливо- или, что наиболее актуально, электрозаправочных станций. Система реализуется фото- или видеокамерами и радарами, цифровые сигналы которых оцениваются в электронном модуле.

А оценивается и контролируется потребление топливной или электрической энергии в испытательных циклах. И насколько они адекватны реальным условиям, настолько корректны результаты их использования. Это в виртуальных имитационных компьютерных экспериментах и натурных заездах по городской транспортной сети китайского Хэфэя показано [8] сотрудниками его университета и лаборатории автомобильной безопасности и энергетики университета Пекина. Для адекватности реальным условиям интенсивной городской эксплуатации в используемый для оценки экономичности и экологичности виртуальный городской испытательный цикл пассажирских КТС включены в разных сочетаниях дистанции скоростной магистрали, главной, второстепенной и объездной дороги, проезжаемых при разных погодных условиях. Моделирование этих разнообразных сочетаний на различных эксплуатационных скоростях движения на лабораторном барабанном стенде дало расхождение с имитацией и экспериментом всего в 2 %.

В плане углеводородных и, главным образом, нефтяных топлив глубже прорабатываются вопросы их энергоемкости с помощью технологических

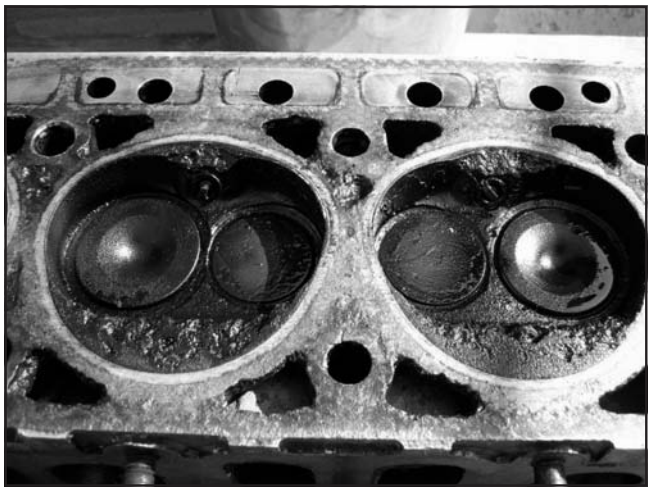


Рис. 3. *Нагарные отложения продуктов сгорания топливо-воздушной смеси на головке блока цилиндров автомобильного ДВС*

мероприятий и присадок и обеспечения чистоты для предотвращения выхода из строя агрегатов и узлов системы питания, да и самого ДВС (рис. 3). Так, в докладе представителей Технологического университета Брно (Чехия) на 19-й Международной научной конференции 2015 г. в Литве в рамках реализации национального инновационно-исследовательского проекта представлены [9] результаты разработки его стандартизаторами из подразделения BUT NETME № FSI-S-14-2334 усовершенствованной системы бортовой диагностики OBD различных дефектов. Их распознавание с анализом ингредиентов топливовоздушных смесей с размером частиц топлива 50–200 мкм производится математическим имитационным моделированием с применением кластерного и интерференционного методов динамического разделения.

Кроме того, важным является и то, какое воздействие оказывает топливо и продукты его сгорания на агрегаты и узлы КТС. Так, на факультете транспортной безопасности Технического университета китайского Нанкина на математических имитационных моделях и в натурных экспериментах оценивалась [10] степень влияния интенсивности и плотности набегающих потоков воздуха с парами сульфидов и нитридов из ОГ систем выпуска дизельных ДВС КТС на коррозионную стойкость резервуаров – цистерн и баков с нефтепродуктами, позволившая установить, что критическими в плане вредных воздействий являются воздушные потоки интенсивностью 400–450 мл/мин.

Но главными проблемами, требующими безотлагательного решения, продолжают оставаться безопасность и энергоемкость моторного топлива, особенно актуальные для газового. С ними сталкиваются все транспортные операторы и владельцы КТС, но особенно они актуальны для топливозаправщиков и, конечно же, для пожарных.

Поэтому с 30.09.2015 г. немецкий оператор Aral топливозаправочной инфраструктуры, владеющий 270 станциями сжиженного природного газа в качестве моторного топлива, с участием экспертов Германского Союза сжиженного природного газа (DVFG) и сотрудников пожарного формирования Бохума в рамках исследовательского проекта по его эффективному и безопасному транспортированию и использованию (LPG–Safety–Day) оценивает [11] различные аспекты безопасного проведения различных операций с ним. Речь идет о таких газообразных углеводородах, как пропан, бутан, уже давно предоставляемых на топливозаправочных станциях, и этане, которые для повышения энергетического потенциала в 260 раз по сравнению с газовой фазой сжижаются при криогенных (от – 162 °С) температурах и хранятся под давлением 0,5–1 МПа. Понятно, что в этих условиях рассматриваемое моторное топливо становится очень опасным и требует специальных технологий получения, хранения, перевозки и использования в ДВС. Решение этих проблем и является конечной целью, а результаты исследовательского проекта DVFG планирует в качестве требований по оптимизации технологий и обеспечению безопасности ввести в соответствующие стандарты. В связи с этим с особой тщательностью оценивается потенциальная опасность взрывов и так называемых горячих и холодных возгораний из-за утечек как при производстве, так и хранении, перевозке и использованию на борту КТС сжиженного природного газа, анализируются эффективные мероприятия по их устранению, рассматриваются усовершенствования соединительной и уплотнительной арматуры.

Но, одной из главных проблем хранения и использования газомоторного топлива является проблема упаковки с рациональным использованием емкости резервуаров – топливных цистерн и баков для природного газа и жидкотекучесть через поры стенок резервуаров – для водорода.

Эти недостатки – серьезнейшие препятствия в процессе замены жидких углеводородов в качестве

основного носителя энергии КТС газовыми, обладающими относительно низкой плотностью энергии в обычном своем состоянии. Поэтому они должны храниться при высоком давлении или очень низкой температуре, чтобы получить плотность энергии, пригодную для автомобильного использования. Хранение газа под высоким давлением требует больших цилиндрических цистерн с дополнительными устройствами, снижающими полезные объемы грузов. Кроме того, хранение при низких температурах требует дорогих и тяжелых систем охлаждения, удерживающих газ в жидком или с высокой плотностью газообразном состоянии. Решению проблемы высокой плотности энергии способствуют адсорбенты. На помощь приходят пористые материалы с высокой площадью поверхности объема. Их поиску было посвящено много исследований, установивших эффективность пористых углеродных атомов и металлоорганических структур, позволяющих увеличить удельную площадь поверхности и энергию адсорбции с оптимизацией структуры пор в металле цистерн транспортировки и резервуаров хранения жидкого или сжатого газа – водорода и метана. Решение этих проблем, в том числе, рассматривается [12] во многих аспектах и, в первую очередь, в плане использования энергоемких адсорбентов, поиски которых уже переходят от лабораторных к полномасштабным эксплуатационным реализациям с практическим решением проблем материалов цистерн и топливных баков и их совместимости, главным образом, с жидким низкотемпературным и даже криогенным газом и газом под высоким давлением (рис. 4). Решение проблемы ищется в выявлении разницы между использованием материалов различной плотности кристаллической решетки и их объемной плотности для транспортировки и хранения сжиженного водорода и газообразного сжатого под высоким давлением метана с оценкой характеристик по сравнению с материалами для транспортировки и хранения бензина.

Однако низкая энергетическая плотность природного газа и водорода при нормальной температуре и давлении окружающей среды (32,5 кДж/л) по сравнению с бензином (31 100 кДж/л) для эффективного использования в системе питания КТС требует его сжатия или сжижения. В этом плане многообещающим потенциалом обладают пористые адсорбирующие материалы с большой площадью поверхности, используемые в емкостях

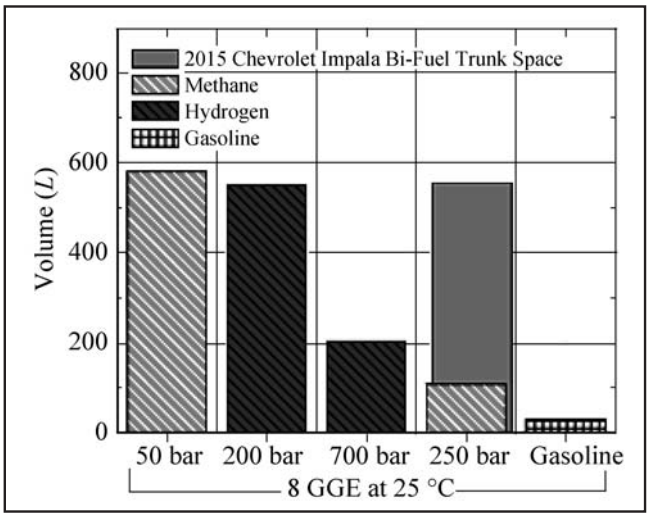


Рис. 4. *Сравнение рабочих объемов резервуаров в литрах по оси ординат с газообразным топливом под рабочим давлением в барах по оси абсцисс в багажнике легкового автомобиля Chevrolet Impala Bi серии 2015 г.*

для хранения с целью увеличения плотности хранения водорода или природного газа при снижении рабочего давления. В присутствии газа под давлением более плотный адсорбированный слой конденсируется на поверхности этих материалов.

Кроме того, как свидетельствуют результаты их лабораторных испытаний с целью выбора оптимальных сочетаний адсорбции, чувствительности к воздействию влаги, кислорода или других газовых примесей, требуемой массы и пористости стенок резервуаров длительного использования, примеси способны изменить структуру материала резервуара и не в лучшую сторону. В частности, природный газ в виде 100%-го метана содержит много примесей, в том числе меркаптанов, сульфидов, воды и углеводородов высших порядков.

И наоборот, в присутствии погруженного в жидкость адсорбирующего вещества на поверхности материала резервуара образуется пленка повышенной плотности. Она возрастает с повышением степени избыточной адсорбции, характерной особенностью которой является то, что с определенного предела она начинает уменьшаться с увеличением давления. Поскольку плотность газа – прямо пропорциональная функция давления, существует определенное давление, выше которого адсорбент больше не является необходимым для хранения газа. Поэтому при низком давлении (< 25 МПа для

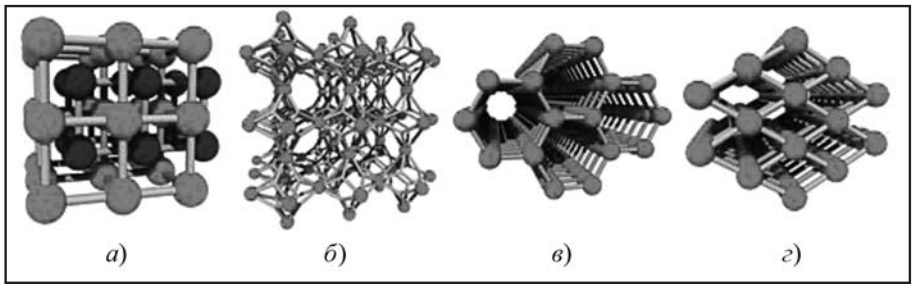


Рис. 5. *Возможные варианты структуры металлоорганических каркасов: красные или синие сферы представляют собой атомы металлов, а серые стержни – органические линкеры*

метана с избытком адсорбции при 5 МПа) резервуар без адсорбента будет вмещать больше метана, чем с адсорбентом при давлении выше 25 МПа. Это очень важно для выбора как условий хранения и использования газомоторного топлива, так и выбора материала резервуаров.

Эффективным способом для улучшения их свойств, проявляющихся в контакте с газами под давлением и криогенной температуре, является использование металлоорганических каркасов, которые представляют собой пористые кристаллические материалы, состоящие из металлических кластеров или вторичных строительных блоков, соединенных органическими лигандами, или линкерами. Эти блоки, как правило, формируются с использованием переходных металлов четвертого периода, хотя алюминий, бериллий, магний также с некоторым успехом могут быть использованы. Металлоорганические каркасы обычно синтезируются реакцией в одном сосуде при нагревании солей металлов и карбоновых кислот, растворенных в органических растворителях. Полученный в результате порошкообразный состав выпадает в осадок из раствора в виде мелких кристаллов.

Несмотря на это, большое разнообразие металлоорганических каркасов (рис. 5) может быть синтезировано с использованием различных комбинаций солей металлов и карбоновых кислот, активации пористости, т.е. удаление молекул растворителя, чтобы получить материал с порами, доступных для адсорбции газов, может быть трудным и привести к потере структурной целостности.

Однако, несмотря на свою периодическую и предсказуемую структуру, многие металлоорганические каркасы обладают чувствительностью к воздействию кислорода или влаги. Их пористая структура может быть "настроена" с использованием линкеров различной длины.

В качестве абсорбентов используются пористые углеродные атомы, доступные для хранения газа, включая активированные угли, углеродные каркасы, углеродные нанотрубки, фуллерен, пористые полимеры, устойчивые к кислороду, влаге и теплу, хотя они горючи при нагревании в присутствии кислорода.

При температуре окружающей среды около 25 °С адсорбент, водород и метан находятся в сверхкритическом состоянии, при котором увеличение давления не вызовет конденсации в порах адсорбента сжиженного водорода или метана. Для каждого материала есть некоторый предел количества водорода или метана молекул в монослое. При насыщении монослоя каждая адсорбированная молекула имеет двумерную форму слоя на поверхности металла. При желании улучшить адсорбцию и, следовательно, хранение, необходимо увеличить общую площадь поверхности или уменьшить площадь адсорбента.

Таким образом, видно, что площадь адсорбирующей поверхности в основном может быть изменена путем регулирования геометрии, в том числе графенового, с варьируемой от 2965 до 7745 м ^{2}/г массовой площадью адсорбента. Таким образом, площадь поверхности может быть также увеличена путем простого расширения поры, чтобы позволить осаждаемому газу получить доступ к дополнительной площади поверхности адсорбента.

Наличие внешней силы, прикладываемой с помощью адсорбента, вынуждает молекулы газа приближаться друг к другу. В общем случае, чем больше газоадсорбционное взаимодействие, тем меньше площадь на участке адсорбции.

Взаимодействие газа с твердым телом и, следовательно, площадь на адсорбционном участке непосредственно связаны с геометрией и химический составом адсорбента. Атомы адсорбента взаимодействуют с молекулами газа. Суммарный потенциал их взаимодействия определяет прочность адсорбционной связи в любой заданной точке системы. Каждая пора стенки резервуара имеет потенциальную энергию отталкивания на близком расстоянии и притяжения на дальнем. Но, если размер пор слишком велик, не будет никакого увеличения потенциала адсорбции, а если слишком мал, то суммарный потенциал будет чисто отталкивающим. Это суперпозиция энергий взаимодействия означает, что для данной системы адсорбции существует некоторая идеальной геометрии пор, которая будет максимизировать адсорбцию для этой системы.

Для выбора резервуара оптимальной емкости должен быть известен размер пор его материала с учетом того, что 1 л бензина по энергоемкости равнозначен 0,3 кг водорода и 8 кг метана. Использование соответствующего вычислительного аппарата позволяет установить искомый объем резервуара и давление газа в нем с абсорбентом и без него.

И, наконец, следует учитывать, как будет использоваться резервуар – цистерна или бак. Например, метан под давлением 20 МПа не является практичным для домашней заправки газомоторным топливом, так как необходим мощный компрессор, а при 5 МПа она легко реализуется.

Эти и другие разработки и их технологические реализации способствуют расширению сфер применения перспективного экологически чистого и практически неисчерпаемого газомоторного топлива. Его массовое использование возможно только при развитой сети газозаправочных станций, создание которой вполне по плечу российской транснациональной корпорации "Газпром".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Wehrmann A.M.** Offshore-Windbranche hofft auf Verlasslichkeit // Hansa. 2014. № 4. С. 41–45.
2. **Fickel H.C., Gleyzes D., Harrison R., Gebert J.** Brennstoffzellenhybriedfahzeug fur emissionsfreie Mobilitat // ATZ: Automobiltechn. 2011. № 4. S. 12–18.
3. **Грушников В.А.** Альтернативное топливо // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2016. № 7. С. 18–25.
4. **Weller K.** Wasserstoff sicher transportieren und lagern // VDI-Nachr. 2014. № 15–16.
5. **Speicht M., Heinrichs M.** Mit der Brennstoffzelle zogerlich in die Zurunft // VDI-Nachr. 2014. № 48.
6. **Szpica D**. Characteristics of Motion Reserve of Passenger Vehicle Engines // Transport Means 2015. Proceeding of the 19 International Conference, Kaunas, Oct. 22–23 2016. Pt. 1/. Kaunas, 2015.
7. **Knobel C., Poltenstein A., Knoller S.** Vorausschauende EfficientDynamics – Funktionen // ATZ: Automobiltechn. Z. 2016. 118, № 4. S. 16–21.
8. **Zhang X., Liu P., Ren P., Chen B., Song J.** Experimental Research on Development Method of Urban Driving Cycle for Passenger Vehicle // Qiche anquan yu jieneng xubao-J. Automot. Safety and Energy. 2016. № 7. P. 66–71.
9. **Kotek L., Pistek V., Drapal L.** Identification of Possible Causes of Faults of Fuel Injection Nozzles // Transport Means 2015: Proceeding of the 19 International Conference, Kaunas, Oct. 22– 23 2016. Pt. 1 / Kaunas, 2015.
10. **Cai Z.L., Jiang J.-c., Zhao S.-p., Dou Z., Mao G.-b.** The Impact of Air Flow Rate on the Oxidations Self-Heating of Sulfur Corrosion Products in Oil Tank// Xiaofang kexue yu jishu-Fire Sci. and Technol. 2016. 35, № 2. P. 145–148.
11. **Hatwig M., Walter R.** Alternativkreftstoff LPG: Einsatzma?nahmen fur die Feuerwehr / Brandshutz. 2016. 70, № 4. S. 274–276.
12. **Becker M., Dailly A.** Hydrogen and methane storage in adsorbent materials for automotive applications // International Journal of Energy Research [Электронный ресурс]. 2016. 40, № 1. С. 91–99.

УДК 621.436

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОРШНЯ ГАЗОЖИДКОСТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ЕГО ДИЗЕЛЬНОГО ПРОТОТИПА

А.И. Гайворонский, канд. техн. наук, НИИ природных газов и газовых технологий, г. Москва

Использование природного газа в качестве моторного топлива возможно как в чисто газовом, так и в газожидкостном рабочих процессах. Если учитывать весь комплекс вопросов, связанных с переходом на новое моторное топливо, включая экономические, экологические, технические, эксплуатационные и другие, то и в том и в другом случаях есть свои преимущества и недостатки, на которых мы в этой работе останавливаться не будем. При этом двигатель может изначально проектироваться как газовый (газожидкостный) или же может быть конвертирован из бензиновых (дизельных) прототипов. Очевидно, что способ организации рабочего процесса не должен негативно сказываться на работоспособности и надежности конвертированного двигателя по сравнению с двигателем-прототипом.

Ключевые слова: тепловое состояние; конвертированный двигатель; днище поршня; экспериментальные данные; коэффициент избытка воздуха.

Comparative analysis of the gas-liquid piston engine transport destination and diesel prototype

Gaivoronskiy A.I., Ph.D. of technical sciences, Scientific Research Institute of Natural Gases and Gas Tchnologies, Moscow

The article notes that the use of natural gas as a motor fuel is possible in pure gases and gas-liquid workflows. If we consider the whole range of issues related to the transition to the new motor fuel, including economic, environmental, technical, operational, etc., Then in fact, and in other cases, has its advantages and disadvantages, which we in this paper will not dwell. This engine can be designed initially as a gas (gas-liquid), or can be converted from gasoline (diesel) prototype. It is obvious that the method workflow should not adversely affect the converted engine efficiency and reliability in comparison with the engine – the prototype.

Keywords: thermal state; the converted engine; piston crown; the experimental data; the excess air ratio.

В Российской Федерации наибольшее распространение (по сути единственное) получило конвертирование бензиновых или дизельных двигателей в газовые и газожидкостные модификации. При этом приходится констатировать, что специализирующиеся на этом организации, как правило, уделяют недостаточно внимания исследованию рабочего процесса и теплового состояния создаваемых образцов, предлагая те или иные способы подачи природного газа и газотопливную аппаратуру без учета возможных последствий, связанных со снижением технико-экономических и эксплуатационных показателей конвертированных образцов. В результате потребитель получает "сырую"

продукцию, не отличающуюся высокими технико-экономическими показателями.

В частности, в отечественной литературе практически невозможно обнаружить каких-либо результатов исследования теплонапряженности создаваемых при конвертировании газовых или газожидкостных модификаций. Если раньше на природный газ переводились в основном атмосферные двигатели, то в настоящее время конвертированию подвергаются двигатели с высокофорсированным рабочим процессом и значимость исследований в этой области существенно возрастает. Отсутствие достоверных данных по температурным полям деталей цилиндропоршневой группы может привести к снижению показателей надежности создаваемых образцов техники.

Проведенный анализ зарубежной технической литературы позволяет также сделать вывод о том, что объем выполненных исследований в области теплонапряженности газовых и газожидкостных двигателей явно недостаточен. В качестве примера можно назвать известные монографии и сборники по газовым двигателям [1–3], а также работу [4], в которых вопросы теплонапряженного состояния поршня или других основных деталей практически не затронуты. Это лишний раз подчеркивает актуальность исследований в этой области.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований по определению теплового состояния поршня газожидкостного двигателя ЯМЗ-236НЕ-ГД с центральной подачей газа, созданного на базе дизеля ЯМЗ-236НЕ, с последующим сопоставлением с тепловым состоянием поршня дизельного прототипа. Эти исследования были выполнены с участием специалистов МГТУ им. Н.Э. Баумана и ООО "ВНИИГАЗ". В проведенных исследованиях был применен бесконтактный метод измерения температур на огневом днище поршня двух двигателей ЯМЗ-236НЕ и ЯМЗ-236НЕ-ГД для номинального режима и режима максимального крутящего момента. В табл. 1 приведены значения основных замеряемых параметров для этих режимов работы. Режимы "газоди-

Таблица 1

Значения замеряемых параметров двигателей ЯМЗ-236НЕ и ЯМЗ-236НЕ-ГД для номинального режима и режима максимального крутящего момента

Замеряемые значения	ДИЗЕЛЬ		ГАЗОДИЗЕЛЬ			
	N_e = = 161,75 кВт	N_e = = 119,77 кВт	N_e = = 161,75 кВт	N_e = = 119,77 кВт	N_e = = 164,88 кВт	N_e = = 119,77 кВт
n, мин$^{-1}$	2060	1300	2060	1300	2100	1300
M_e, Н·м	750	880	750	880	750	880
$G_{дт}$, кг/ч	39,13	26,01	7,4	6,97	7,72	4,22
$G_г$, кг/ч	–	–	25,5	18,26	23,41	16,1
$G_в$, кг/ч	1185	558	1030	508	1110	518
T_1, °С	560	608	515	580	500	551
T_2, °С	580	635	530	585	525	569
$P_К$, бар	1,89	1,48	1,85	1,34	1,97	1,35
P_r, бар	1,98	1,40	1,98	1,30	1,90	1,31
$P_{атм}$, мм. рт. ст.	745	745	745	745	745	745

Примечание: N_e и M_e – эффективные мощность и крутящий момент; n – частота вращения; $G_{ДТ}$ – массовый часовой расход дизельного топлива; $G_г$ – массовый часовой расход газового топлива (природного газа); $G_в$ – массовый часовой расход воздуха; T_1 и T_2 – температуры отработавших газов в выпускных коллекторах левого и правого рядов; $P_К$ – давление наддува; P_r – давление после турбины; $P_{атм}$ – давление окружающей среды.

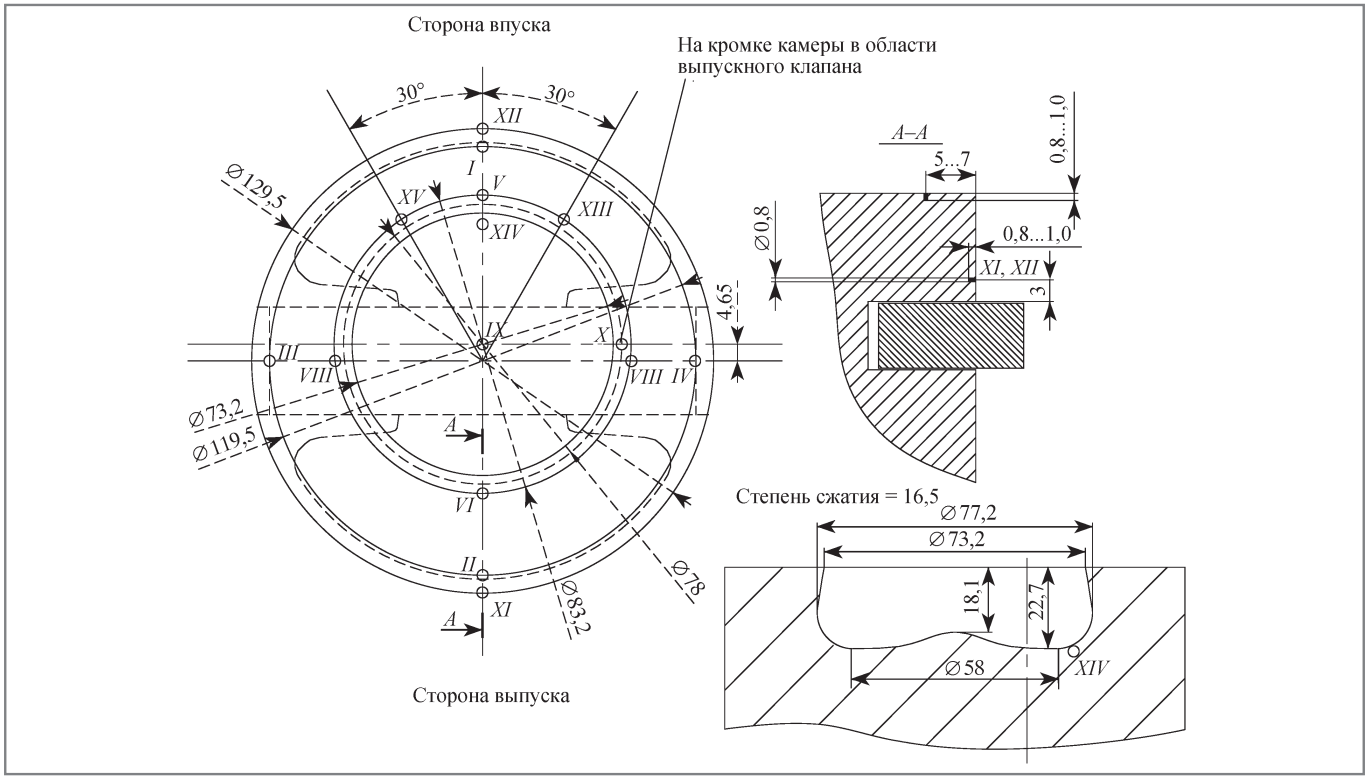


Рис. 1. *Схема размещения датчиков ИТМК*

зель" и "газодизель" имели некоторые отличия в конструкции газотопливной аппаратуры, не имеющие отношения к сути рассматриваемого вопроса.

Поскольку температуры деталей, образующих камеру сгорания, имеют небольшие амплитуды колебаний, которые к тому затухают на глубине 2–3 мм от поверхности [5], то для исследования теплового состояния двигателя на установившемся режиме работы достаточно регистрации стационарных температур. Для термометрирования были использованы измерители максимальной температуры кристаллические (ИМТК), разработанные в ИАЭ им. И.В. Курчатова РАН [6, 7], рабочим веществом которых могут служить облученные в ядерном реакторе мелкозернистый алмаз или карбид кремния кубической модификации. Среднее квадратичное отклонение замеряемой температуры в интересуемом нас температурном интервале 200–350 ^{0}С при использовании в качестве рабочего вещества ИМТК карбида кремния составляет 2–3 °С. Более подробно с методикой проведения подобного рода экспериментов и обработки полученных данных можно ознакомиться в работе [8].

На рис. 1 приведена схема размещения датчиков температуры на поршне газожидкостного и дизельного двигателей. Эта схема предусматривала установку *15* датчиков ИМТК: на периферии плоской части днища поршня (поз. I–IV), в районе кромки камеры сгорания (поз. V–VIII, X, XIII–XV), на боковой поверхности поршня в районе верхней поршневой канавки (поз. XI–XII), а также в углублении камеры сгорания (поз. IX и XIV). Глубина установки датчиков составляла ~1 мм от тепловоспринимающей поверхности. В теле поршня датчики фиксировались в предварительно высверленных отверстиях с помощью высокотемпературного клея и после проведения испытаний механически извлекались. Обработка показаний датчиков осуществлялась в ИАЭ им. И.В. Курчатова РАН.

На рис. 2–5 для номинальных режимов работы и режимов максимального крутящего момента представлены результаты измерений. Особую ценность в данных исследованиях представляет то, что при испытаниях удалось выдержать близкие к идентичным режимы работы для дизельного двигателя и его газожидкостного аналога. Тем самым

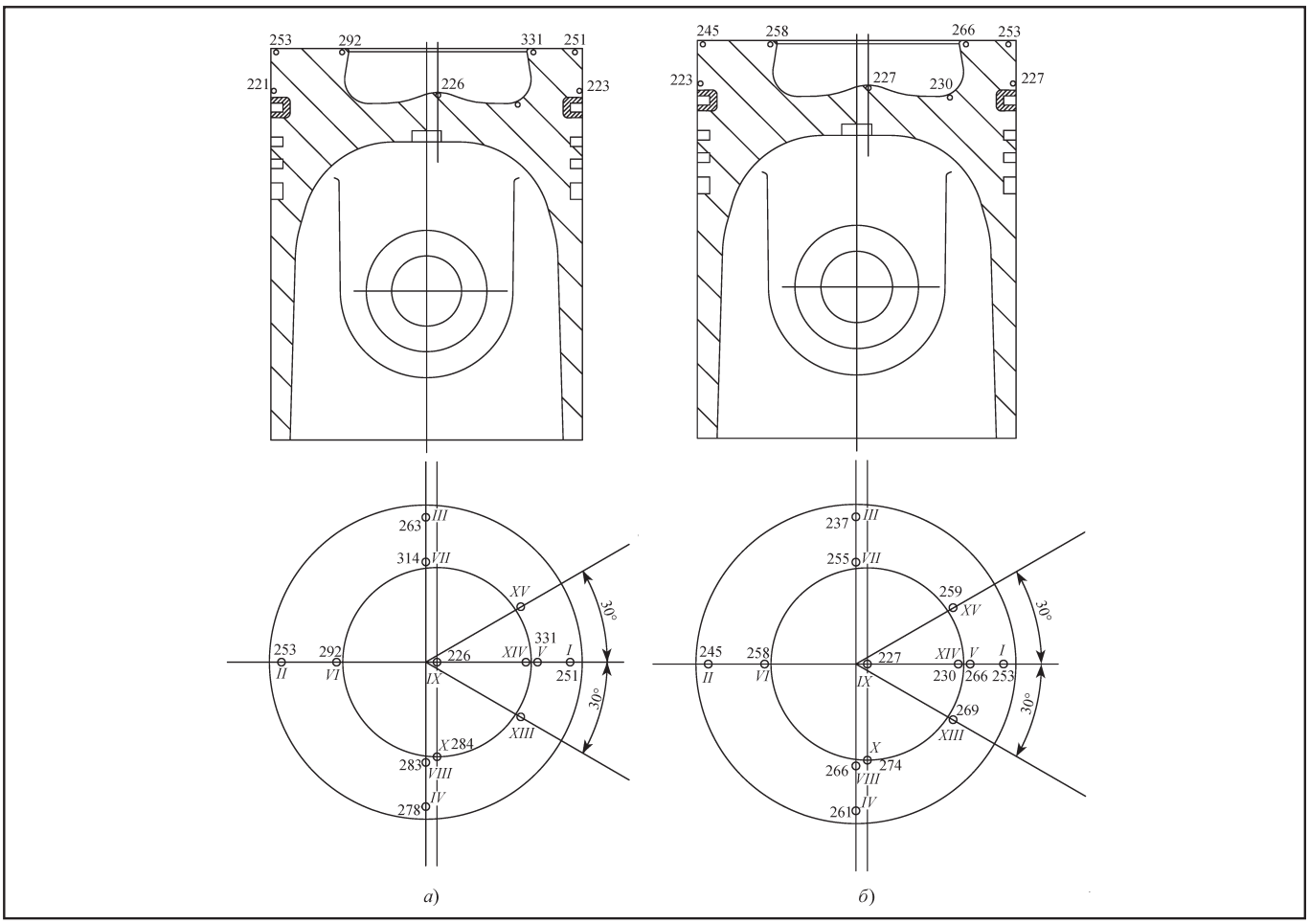


Рис. 2. *Температуры в характерных точках поршня для номинальных режимов работы дизельного двигателя ЯМЗ-236НЕ и его газожидкостного аналога ЯМЗ-236НЕ-ГД:*

а – ДИЗЕЛЬ: N_e = 161,75 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2060 мин$^{-1}$; *б* – ГАЗОДИЗЕЛЬ: N_e = 161,75 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2060 мин$^{-1}$

можно утверждать, что сравнение данных термометрирования является абсолютно корректным.

Для удобства последующего анализа все экспериментальные данные помещены в табл. 2.

Анализ данных, полученных в результате термометрирования огневой поверхности днища поршня дизельного двигателя ЯМЗ-236НЕ и его газожидкостной модификации ЯМЗ-236НЕ-ГД, позволяет отметить следующее.

1. Для газодизельного варианта имеет место ярко выраженная тенденция снижения температур на плоской части днища поршня (температура в точке *1* для режима M_e = 750 Н·м и n = 2060 мин$^{-1}$ исключение из правила). На номинальном режиме наиболее значительное снижение температуры (35–65 °С) наблюдается в районе кромки камеры сгорания, а на режиме максимального крутящего момента (на средних частотах) снижение температур на днище поршня примерно равномерное по всей поверхности и составляет (14–22 °С). В то же время на поверхности камеры сгорания в районе центрального выступа снижение температуры для газожидкостного варианта составляет всего 5–6 °С независимо от режимов работы двигателя.

Это можно объяснить следующим образом. Над плоской частью днища поршня, очевидно, создаются более благоприятные (по сравнению с дизелем) условия для гомогенизации топливовоздушной смеси, за счет того, что при впрыске запальной дозы дизельного топлива в эту область попадает незначительное количество дизельного топлива в

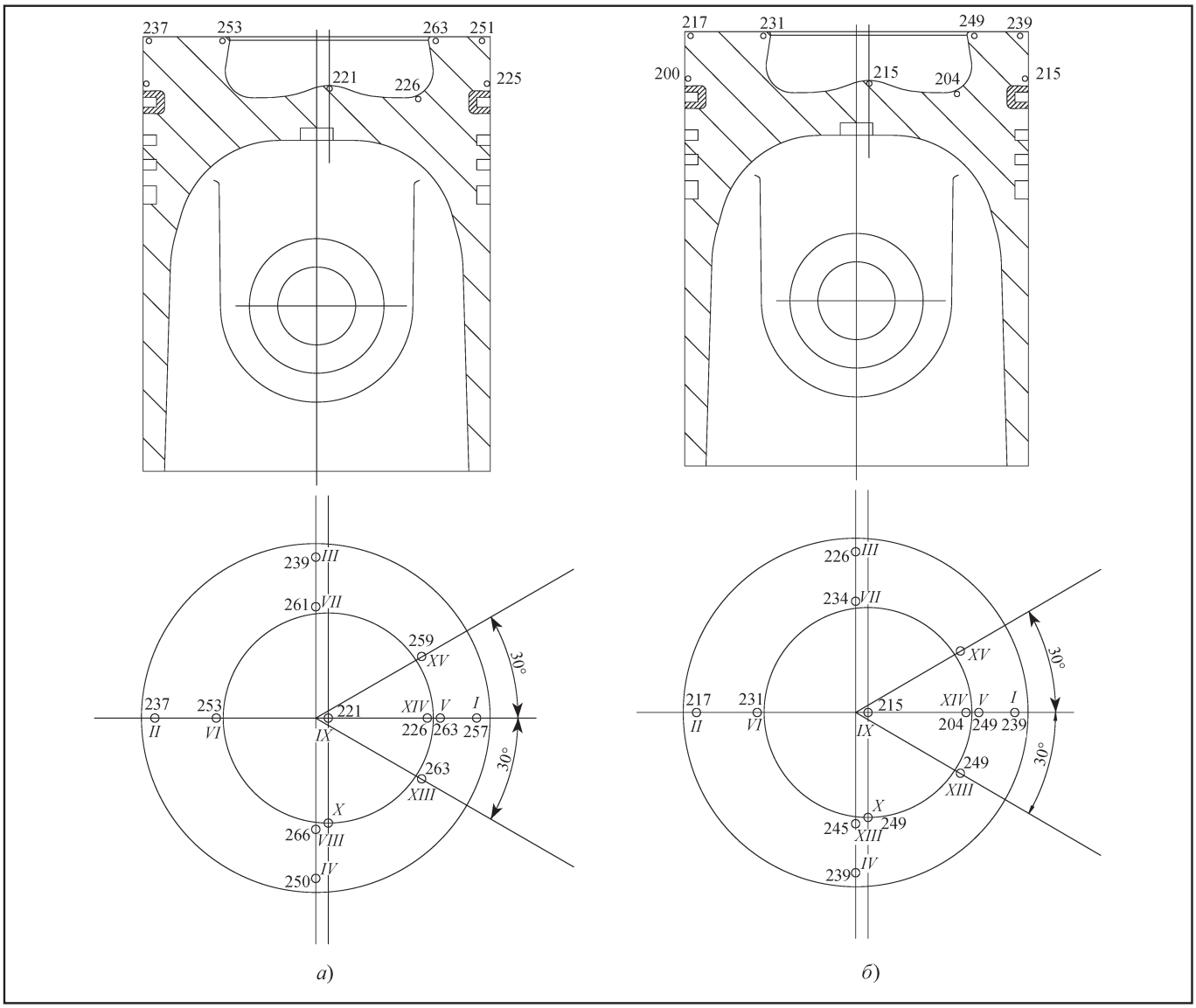


Рис. 3. *Температуры в характерных точках поршня для режимов максимального крутящего момента дизельного двигателя ЯМЗ-236НЕ и его газожидкостного аналога ЯМЗ-236НЕ-ГД:*

а – ДИЗЕЛЬ: N_e = 119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$; *б* – ГАЗОДИЗЕЛЬ: N_e = 119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$

виде капель или пара и свежая смесь состоит, в основном, только из воздуха и природного газа. Несмотря на то, что общий коэффициент избытка воздуха в газодизельной модификации несколько меньше дизельного прототипа ($\alpha_Д$ = 2,12, $\alpha_{ГД}$ = = 1,89), локальные коэффициенты избытка воздуха в периферийных областях камеры сгорания выше и более однородные, чем в случае чисто дизельного способа организации рабочего процесса. Это приводит к тому, что процессы крекинга дизельного топлива в этой области с последующим нагарообразованием должны практически полностью отсутствовать.

В части камеры сгорания, расположенной в поршне, локализуется фактически все впрыснутое дизельное топливо и условия смесеобразования близки к тем, которые имеют место в чисто дизельном процессе. В этом случае при одних и тех же интегральных показателях дизеля и газодизеля (частота вращения, крутящий момент и мощность) через поршень в систему охлаждения газодизеля должно отводиться больше теплоты, чем для дизе-

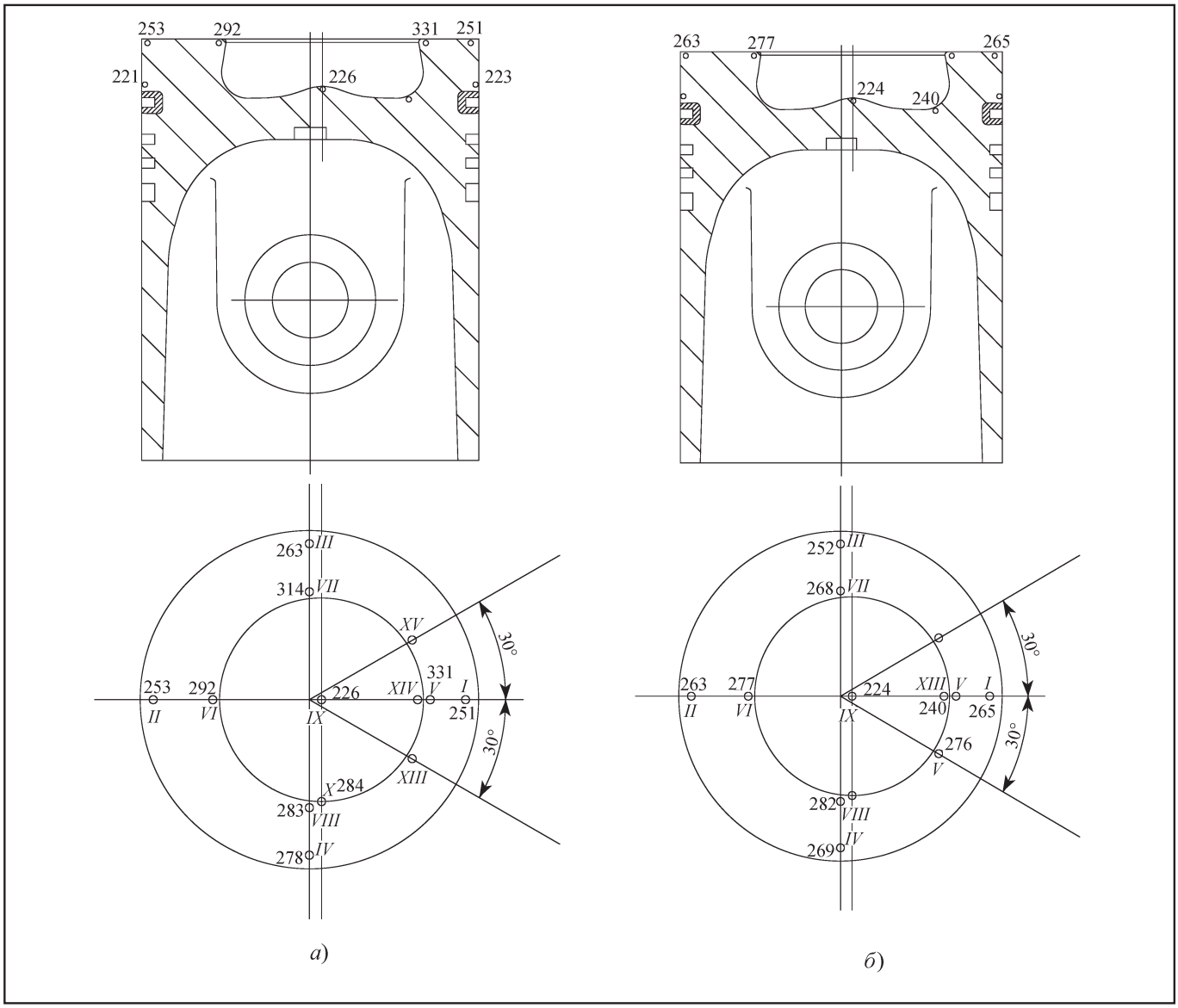


Рис. 4. *Температуры в характерных точках поршня для номинальных режимов работы дизельного двигателя ЯМЗ-236НЕ и его газожидкостного аналога ЯМЗ-236НЕ-ГД:*

а – ДИЗЕЛЬ: N_e = 161,75 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2060 мин$^{-1}$; *б* – ГАЗОДИЗЕЛЬ: N_e =164,88 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2100 мин$^{-1}$

ля. Подтверждением этому является существенное (45–50 °С) снижение температуры отработавших газов газодизеля по сравнению с дизелем, которое имело место при испытаниях. Еще одной причиной уменьшения температуры на днище поршня газодизеля может быть более растянутая во времени характеристика тепловыделения по сравнению с дизельным прототипом, однако этот вопрос требует проведения дополнительных исследований, в том числе со снятием и анализом индикаторных диаграмм.

2. В связи со снижением температур на днище поршня газодизеля уменьшается перепад температур по телу поршня, в связи с чем можно ожидать уменьшение термических напряжений и деформаций в теле поршня, как для номинального режима работы, так и для режима максимального крутящего момента.

3. Температуры в районе верхней поршневой канавки на номинальном режиме работы в газодизельном варианте на 2–4 °С выше, чем у дизельного прототипа. В то же время на режиме макси-

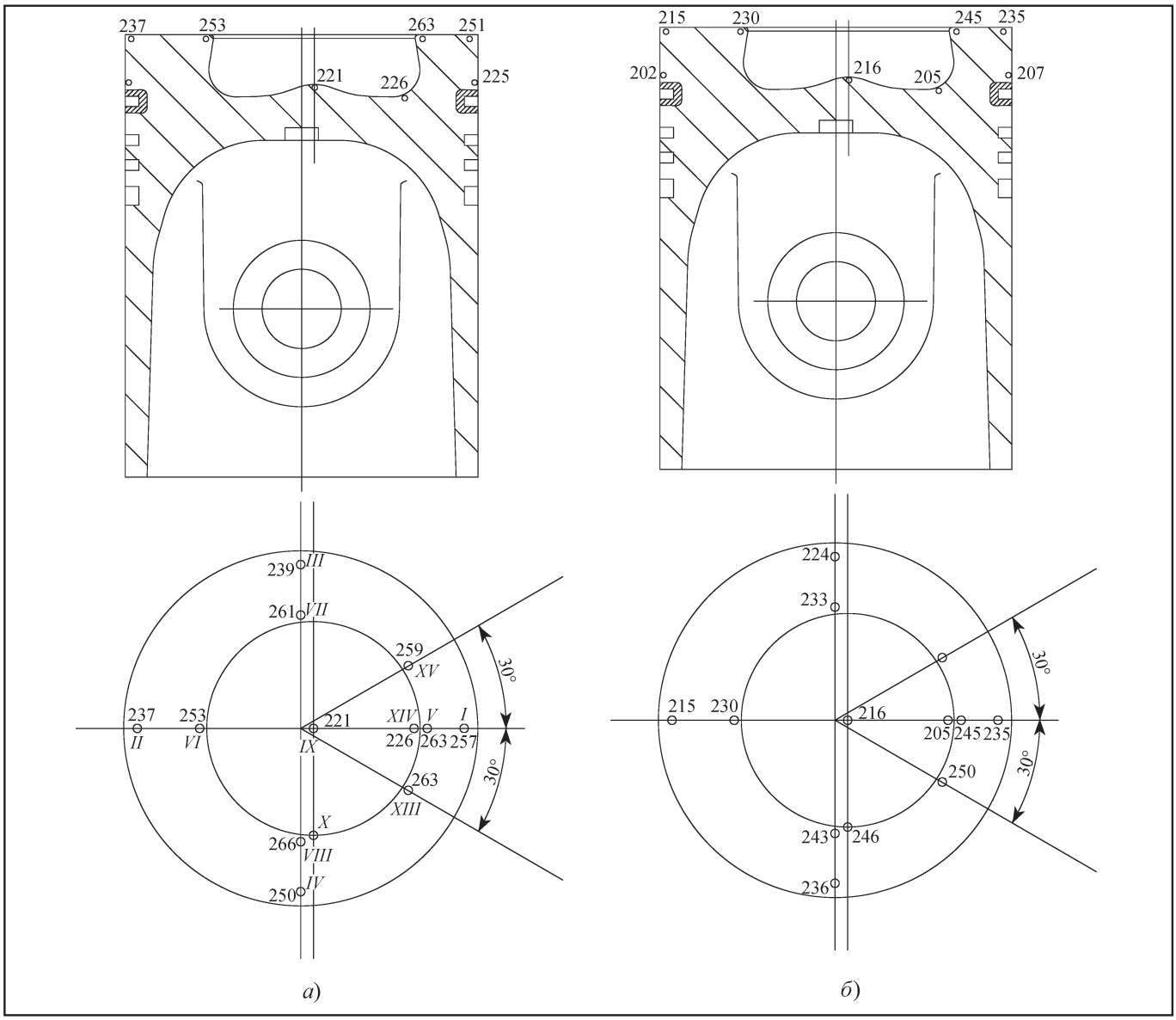


Рис. 5. *Температуры в характерных точках поршня для режимов максимального крутящего момента дизельного двигателя ЯМЗ-236НЕ и его газожидкостного аналога ЯМЗ-236НЕ-ГД:*
а – ДИЗЕЛЬ: N_e =119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$; *б* – ГАЗОДИЗЕЛЬ: N_e =119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$

мального крутящего момента температуры уменьшаются на 10–18 °С. Поэтому можно ожидать, что переход на газодизельный рабочий процесс не скажется на работе масляной системы двигателя, расход масла на угар не изменится и специального подбора масла не потребуется.

4. На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что переход на газодизельный рабочий процесс при условии равенства выходных мощностных показателей с дизельным прототипом должен приводить к снижению тепловой напряженности поршня. Известные на практике случаи прогорания поршня и клапанных перегородок головки цилиндра газодизельных модификаций связаны, очевидно, с проблемами в работе газотопливной аппаратуры и к самой идеи перехода на газожидкостный процесс не имеют никакого отношения. В частности, при центральной подаче газового топлива на впуск двигателя в некоторых случаях наблюдается значительная неравномерность

Таблица 2

Значения температур в характерных точках поршня для различных режимов работы двигателя в дизельном и газодизельном вариантах, °С

Режим	Дизельный режим		Газодизельный режим		Газодизельный режим	
№ датчика	N_e = 161,75 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2060 мин$^{-1}$	N_e = 119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$	N_e = 161,75 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2060 мин$^{-1}$	N_e = 119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$	N_e = 161,75 кВт; M_e = 750 Н·м; n = 2060 мин$^{-1}$	N_e = 119,77 кВт; M_e = 880 Н·м; n = 1300 мин$^{-1}$
1	251	257	253	239	265	235
2	253	237	245	217	263	215
3	263	239	237	226	252	224
4	278	250	261	239	269	236
5	331	263	266	249	–	245
6	292	253	258	231	277	230
7	314	261	255	234	268	233
8	283	266	266	245	282	243
9	226	221	227	215	224	216
10	284	–	274	249	–	246
11	221	–	223	200	–	202
12	223	225	227	215	–	207
13	–	263	269	249	276	250
14	–	226	230	204	240	205
15	–	259	259	–	–	–

работы соседних цилиндров, вызываемая неоднородностью по наполнению и коэффициентам избытка воздуха [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Генкин К.И.** Газовые двигатели. М.: Машиностроение, 1977. 196 с.

2. **Кудряш А.П., Пашков В.В., Маринин В.С., Москаленко Д.А.** Природный газ в двигателях. Киев, "Наукова думка". 1990. 200 с.

3. **Duzynski A. (Edit).** Proceeding of the VI International Scientific Conference GAS ENGINES. Czestochova, 2003. 751 p.

4. **Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В.** Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2007. 480 с.

5. **Кавтарадзе Р.З.** Локальный теплообмен в поршневых двигателях. М., изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 591 с.

6. **Николаенко В.А., Морозов В.А.** Разработка и опыт использования измерителя максимальной температуры кристаллического. М., Труды Института атомной энергии им. И.В. Курчатого, 1979. 36 с.

7. **Николаенко В.А., Карпухин В.И.** Измерение температуры с помощью облученных материалов. М.: Энергоатомиздат. 1986. 120 с.

8. **Гайворонский А.И.** Тепловое состояние деталей ЦПГ газового двигателя. Автомобильная промышленность, 2006. № 12. С. 9–11.

УДК 621.436

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭТАНОЛА И ЕГО СМЕСИ С НЕФТЯНЫМ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

В.А. Марков, д-р техн. наук, **И.Г. Суровцев,** канд. техн. наук;
И.И. Блудова, МГТУ им. Н.Э. Баумана;
С.А. Зыков, канд. техн. наук, МСХА им. К.А. Тимирязева

Проведен сравнительный анализ целесообразности производства и применения различных биотоплив. Проанализированы преимущества использования этанола в качестве экологической присадки к моторным топливам. Исследована работа дизеля типа Д-245.12С на смеси нефтяного дизельного топлива с добавкой этанола. Показана возможность улучшения показателей токсичности отработавших газов при использовании этой смеси в качестве моторного топлива. Проведена оценка экологических свойств этой смеси.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; дизельный двигатель; дизельное топливо; этиловый спирт; смесевое биотопливо; токсичность отработавших газов.

Analysis of the ecological characteristics of ethanol and its mixtures with petroleum diesel fuel

Markov V.A., Dr. of technical sciences; **Surovtsev I.G.,** Ph.D. of technical sciences;
Bludova I.I., MGTU after N.E. Bauman;
Zykov S.A., Ph.D. of technical sciences, MSHA after K.A. Timiryazev, г. Москва

A comparative analysis of the feasibility of production and usage of various biofuels is carried out. The advantages of using ethanol as ecological additive to motor fuels is analyzed. Functioning of the diesel engine of the type D-245.12S using the mixture of petroleum diesel fuel with the ethanol additive is investigated. An opportunity of improving the indicators of toxicity of exhaust-gases when using this mixture as a motor fuel is shown. An assessment of ecological properties of this mixture is carried out.

Keywords: internal combustion engine; diesel engine; diesel fuel; ethanol; biofuel mixture; toxicity of exhaust gases.

Одним из приоритетных направлений развития мирового топливно-энергетического комплекса является расширение использования моторных топлив, производимых из альтернативных сырьевых ресурсов. Пристальное внимание к альтернативным топливам обусловлено, в первую очередь, быстрым ростом мирового автопарка и необходимостью его бесперебойного обеспечения моторными топливами. Лидером по производству и применению альтернативных топлив являются США, которые существенно опережают другие страны в этой области. При этом необходимо отметить, что в США потребление спиртовых топлив значительно опережает потребление других альтернативных топлив – пропан-бутановых смесей (сжиженного углеводородного газа – СУГ), компримированного природного газа (КПГ) и сжиженного природного газа (СПГ), см. рис. 1 [1]. В США более 20 % урожая кукурузы перерабатываются в этиловый спирт, который используется в качестве добавки к автомобильному бензину. В настоящее время на долю этилового спирта приходится 2–4 % от общего объема потребления топлива [2].

***Рис. 1**. Динамика роста транспортных средств на альтернативных топливах:*
1 – СУГ; *2* – КПГ; *3* – Е85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина); *4* – СПГ

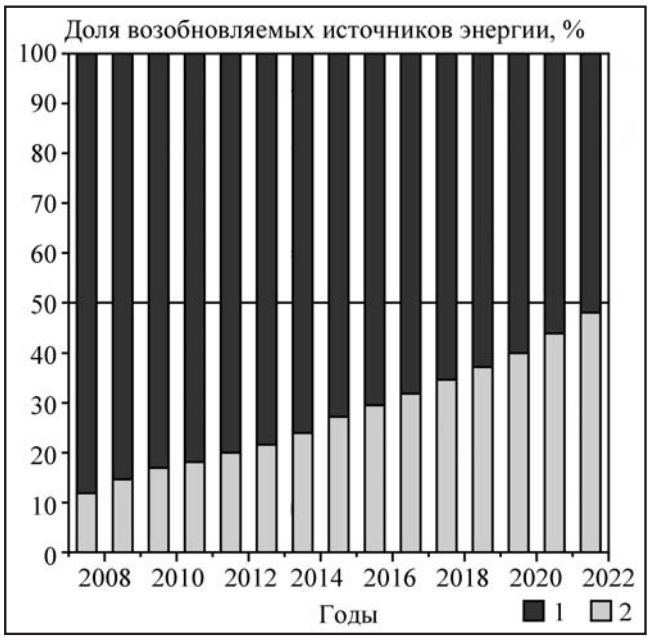


***Рис. 2.** Прогноз замещения бензина биотопливами в США*

Наиболее привлекательным представляется адаптация двигателей внутреннего сгорания (ДВС) к работе на альтернативных топливах, производимых из возобновляемых сырьевых ресурсов – из сырья растительного и животного происхождения. Это позволяет использовать для производства биотоплив практически неисчерпаемую сырьевую базу. В США прогнозируется к 2022 г. замещение бензина биотопливами примерно на 50 % (рис. 2) [3].

К наиболее перспективным биотопливам для ДВС относятся спиртовые топлива (в первую очередь – биоэтанол), топлива, получаемые из растительных масел (сами масла и их сложные эфиры) и газовые биотоплива (биогаз) [4–7]. При оценке перспектив использования того или иного вида биотоплива необходимо учитывать целый ряд факторов – наличие соответствующей сырьевой базы или урожайность сельскохозяйственной культуры, из которой будет производиться биотопливо, себестоимость его производства, экологические качества биотоплива. В качестве сырья для производства моторных топлив могут быть использованы биомасса, растительные масла и животный жир, твердые бытовые отходы (ТБО), древесина, отходы лесозаготовки и лесопереработки, отходы сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности, водоросли и другие морские биоресурсы. Для выработки каждого из рассматриваемых биотоплив требуется различный объем исходного сырья или различная площадь пахотных земель. Анализ необходимых объемов биологических источников сырья для производства биотоплив приведен в табл. 1 [1, 4].

Следует отметить, что при прочих равных условиях производство сырья для спиртовых топлив требует меньше пахотных земель, чем производство топлив с использованием растительных масел [8]. Для условий средней полосы России одной из самых высокоэнергетических культур (т.е. культур с высоким удельным содержанием углеводов) является сахарная свекла, обеспечивающая большой выход этанола с одного гектара пахотной земли (см. табл. 1).

Энергетичность сельскохозяйственной культуры не является исчерпывающей характеристикой целесообразности ее выращивания. Важнейшим фактором является и себестоимость производства сельскохозяйственного сырья. Следует отметить, что цена этанола и биодизельного топлива (метилового эфира рапсового масла – МЭРМ, производимого из рапса) заметно ниже цены синтетических топлив, получаемых из биомассы (табл. 2) [8]. Газообразные топлива – водород и биогаз, производимые из растительного сырья, также дороже этанола и МЭРМ. К наиболее дешевым биотопливам относится биоэтанол, получаемый из сахарно-

Таблица 1

Объем биологических источников сырья для производства биотоплив

Спирт (этанол)		Растительные масла		Биогаз (биометан)	
Сырье	л/га	Сырье	л/га	Сырье	$м^3$/т
Сахарный тростник	5920	Рапс	874	Крупный рогатый скот	300
Сахарная свекла	4160	Подсолнечник	728	Картофельная ботва	400
Сорго обыкновенное	3020	Соя	402	Солома	390
Картофель	2220	Арахис	626	ТБО	200
Примечание: указаны осредненные значения для средней полосы России.					

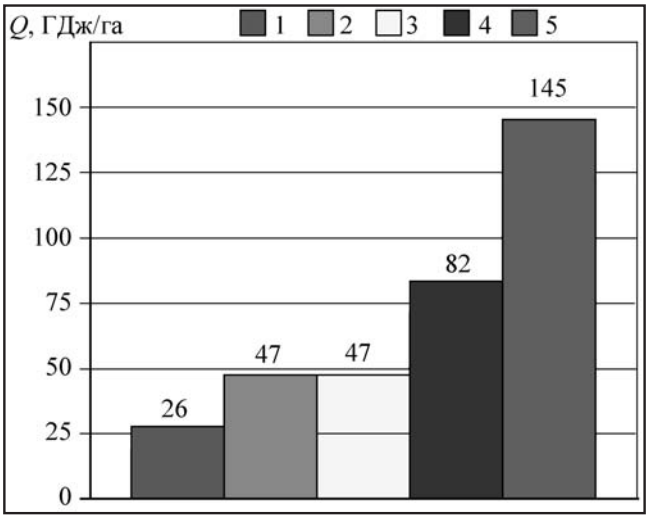


Рис. 3. *Средний расчетный выход энергии биотоплива с одного гектара земли для различных культур:*
1 – подсолнечник; *2* – рапс; *3* – пшеница; *4* – картофель; *5* – сахарная свекла

го тростника, свеклы и ряда других сельскохозяйственных культур [9].

Привлекательность широкого использования биотоплив заключается не только в практически неисчерпаемой (возобновляемой) сырьевой базе для производства этих энергоресурсов, но и в возможности сокращения выбросов в атмосферу с отработавшими газами (ОГ) ДВС основного "парникового" газа – диоксида углерода (углекислого газа) [1, 6, 10, 11]. Поглощение углекислого газа различными растениями происходит в результате реакции фотосинтеза

$$CO_2 + H_2O \leftrightarrow C(H_2O) + O_2 + 120 \text{ ккакл / моль.}$$

Таблица 2

Себестоимость биотоплив (2005–2006 гг.)

Вид топлива	Себестоимость, евро/литр, условного топлива	Себестоимость, евро/ГДж
Биодизельное топливо (МЭРМ)	0,69	19
Рапсовое масло	0,51	14
Биоэтанол:		
из сахара	0,78	23
из крахмала	0,72	21
из лигноцеллюлозы	0,98	27
из сахарного тростника	0,31	10
Биогаз	0,74	21
Синтетическое топливо	1,03	30
Водород	0,89–1,26	26–37

В результате, выделяющийся при сгорании топлив растительного происхождения углекислый газ, поглощается при выращивании этих растений [8]. При этом сельскохозяйственные культуры (свекла, рапс, пшеница) обеспечивают существенно больший объем выделяемого кислорода по сравнению с дикорастущими растениями (луга, пастбища и лес, рис. 4). В частности, выделение кислорода с

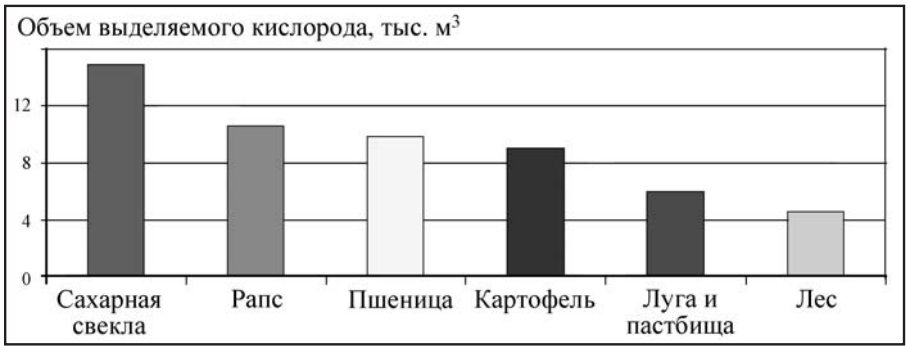


Рис. 4. *Выделение кислорода за сезон различными сельскохозяйственными культурами, пастбищами и лесом с одного гектара посевов или угодий*

1 га посевов сахарной свеклы за сезон составляет около 15 тыс. м^3 и сопровождается поглощением примерно 14 тыс. м^3 или 28 т углекислого газа. При посевных площадях сахарной свеклы в 1 млн га поглощение CO_2 составит $14 \cdot 10^6$ тыс. м^3 или 28 млн т в год.

Сравнительную оценку различных топлив по выбросам углекислого газа с ОГ двигателей, работающих на этих топливах, можно провести с использованием данных работы [12]. Как следует из данных, приведенных на рис. 5, при использовании биотоплив эквивалентные (отнесенные к 1 км пробега транспортного средства) выбросы углекислого газа существенно ниже, чем при работе ДВС на традиционных нефтяных топливах и синтетических топливах, полученных из каменного угля и природного газа, но при этом их требуемая эквивалентная энергоемкость повышается.

Следует отметить еще ряд факторов, позволяющих улучшить экологическую ситуацию в стране при широком использовании биотоплив. Благодаря незначительному содержанию серы в биотопливах (0,001–0,002 % по объему) выбросы ОГ ДВС, работающих на биотопливах, практически не содержат оксидов серы, которые, попадая в атмосферу, образуют кислоты, способствующие выпадению кислотных дождей. Практически отсутствуют в биотопливах полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), являющиеся канцерогенами и вызывающие онкологические заболевания. В результате это приводит к очень малому выбросу ПАУ с ОГ двигателей. При попадании биотоплив в почву и водные бассейны происходит их быстрое разложение в течение нескольких недель.

К другим экологическим факторам использования биотоплив можно отнести возможность снижения выбросов с ОГ дизелей их основных токсичных компонентов, лимитированных в современных нормативных документах на выбросы вредных веществ в атмосферу – монооксида углерода CO, несгоревших углеводородов CH_x, и сажи (дымность ОГ) или твердых частиц [10].

Как отмечено выше, к наиболее перспективным топливам, производимым из возобновляемых сырьевых ресурсов относятся спиртовые топлива, в первую очередь – этиловый спирт (этанол) [1, 2, 5, 6]. К преимуществам этанола как моторного топлива относятся обширная и возобновляемая сырьевая база для его производства – различные

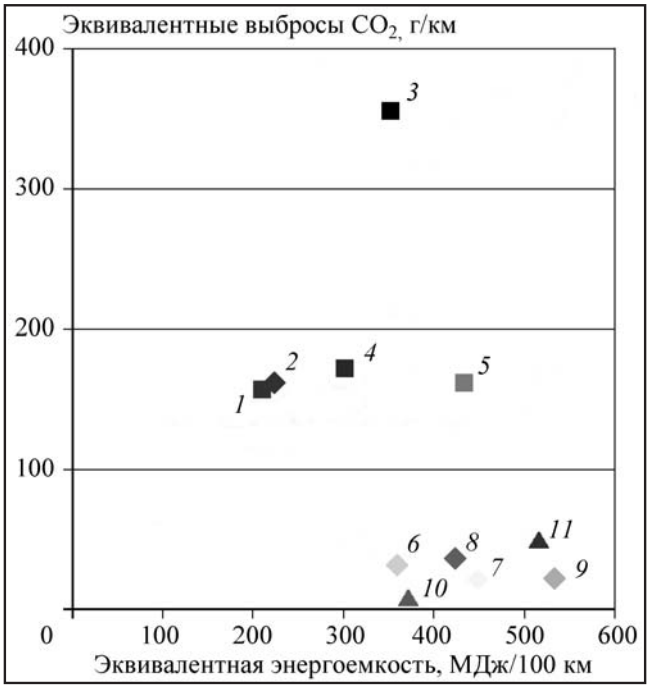


Рис. 5. *Сравнительная оценка различных топлив по выбросам углекислого газа с ОГ двигателей:*
1 – нефтяное ДТ; *2* – бензин; *3* – синтетическое ДТ из угля; *4* – синтетическое ДТ из природного газа; *5* – синтетическое ДТ из древесины; *6* – этанол из зерновых; *7* – этанол из соломы; *8* – этанол из целлюлозы; *9* – этанол из сахарного тростника; *10* – биогаз из сухого навоза; *11* – биогаз из мусора

Таблица 3

Эффективность использования посевных площадей при производстве этанола из различного сырья в Германии

Сырье	Выход этанола, $м^3$/га	Цена на сырье, евро/т	Себестоимость производства этанола (евро/$м^3$)		
			Малотоннажная установка (20 тыс. $м^3$ в год)	Среднетоннажная установка (60 тыс. $м^3$ в год)	Крупнотоннажная установка (240 тыс. $м^3$ в год)
Пшеница	2,8	120	750	616	555
Рожь	2,0	85	683	549	489
Тритикале	2,2	105	724	591	532
Кукуруза	3,5	105	706	571	507
Сахарная свекла	6,6	85	602	505	477
Картофель	3,6	50	978	873	830

сельскохозяйственные культуры, отходы сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности и др. При крупнотоннажном производстве стоимость этанола сопоставима со стоимостью нефтяных моторных топлив (табл. 3) [9]. В молекулах этанола содержится значительная доля (около 35 %) атомов кислорода, что значительно улучшает экологические показатели ДВС, работающих на этом виде топлива.

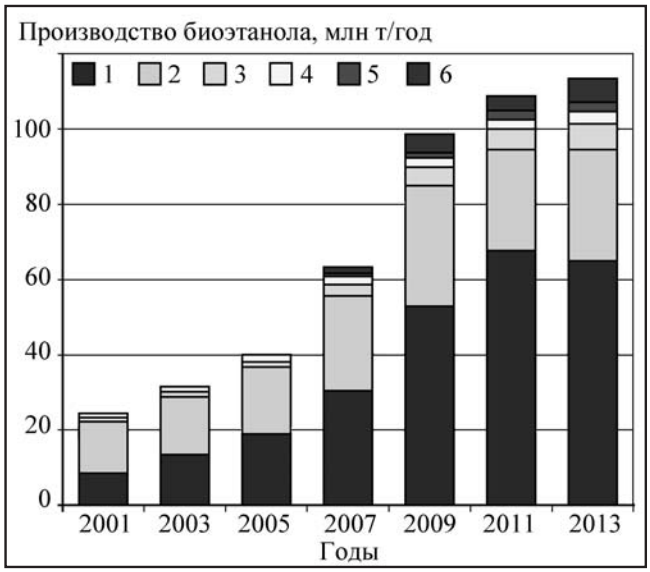


Рис. 6. *Динамика мирового производства биоэтанола:* *1* – США; *2* – Бразилия; *3* – страны ЕС; *4* – Китай; *5* – Канада; *6* – остальные страны

Привлекательность спиртовых топлив заключается в том, что их можно получить из любого углеводородного сырья, как минерального (природный газ, уголь, горючие сланцы), так и органического (картофель, свекла, другие сельскохозяйственные культуры, растительные отходы, водоросли и др.). В качестве сырья для получения этанола (биоэтанола) используются сахарная свекла, сахарный тростник, кукуруза, пшеница, картофель, сладкое сорго, топинамбур и другие сельскохозяйственные культуры (см. табл. 1–3) [1, 6]. На сегодняшний день основная часть биоэтанола производится в Северной и Южной Америке, а мировыми лидерами в его производстве являются США и Бразилия (рис. 6) [1, 14]. Причем, больше половины мирового производства этанола приходится на США.

Этанол производится с использованием различных технологий. Около 7 % этанола вырабатывается химическим синтезом (преимущественно из природного газа), 93 % этанола производится с использованием процесса брожения. При этом 60 % спирта получают из сахара и 40 % – из зерна. Современное мировое производство этанола превышает 100 млрд л в год [1]. Большая его часть приходится на топливный этанол. В то же время мировая потенциальная потребность в этом спирте достигает 2 млрд т в год.

Топливный этанол используется различным образом: около 26 % его смешивают с бензином, около 3 % применяется в качестве топлива для дизелей

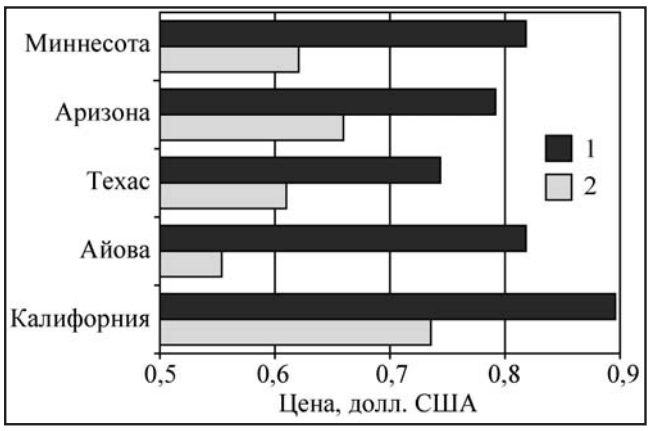


Рис. 7. Сравнительная стоимость бензина (1) и смесевого топлива Е85 (2) в США

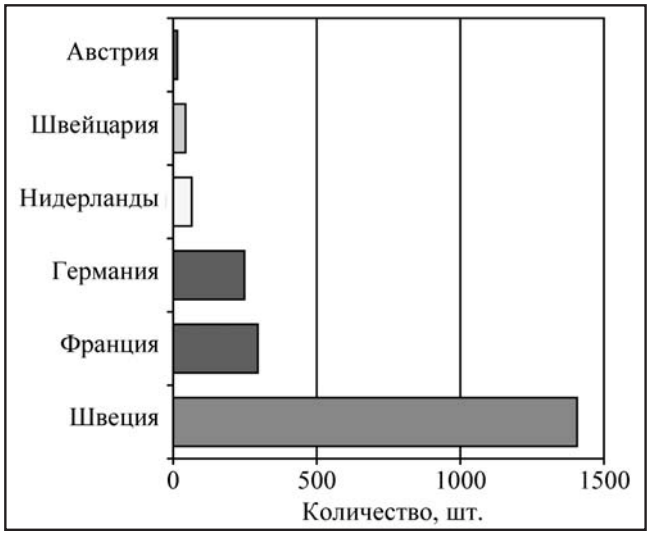


Рис. 8. Количество АЗС, реализующих топливо Е90 в странах ЕС

[1, 6]. В Бразилии, где биотоплива уже сейчас находят широкое практическое применение, дизельное топливо, отпускаемое потребителям на автозаправочных станциях, содержит добавку безводного этанола в количестве около 3 %. Более того, предпринимаются попытки увеличения этого количества до 9 %.

В США для бензиновых двигателей используются, в основном, топливо Е85, содержащее 85 % этанола в смеси с автомобильным бензином. Цены на бензин и смесевое топливо Е85 приведены на рис. 7 [1, 14]. Следует отметить, что в странах ЕС на автозаправочных станциях (АЗС) отпускается смесевое топливо Е90 (смесь 90 % этанола и 10 % бензина). Данные по количеству АЗС, реализующих топливо Е90 в ряде европейских стран, приведены на рис. 8 [1, 14].

В некоторых странах уже действуют стандарты на биоэтанол. В соответствии с этими стандартами требования к выпускаемому этанолу в различных странах различаются, но эти отличия незначительны (табл. 4) [1]. Только в США допустимым является содержание этанола 92,1 % в смеси с водой и денатурирующими веществами. То есть, по сути, допускается применение азеотропной смеси, с регулированием содержания воды при помощи денатурирующих присадок. В других странах этанол для автотранспорта должен быть безводным, т.е. абсолютным спиртом.

Следует отметить, что этанол широко используется в двигателях с принудительным воспламенением. Но сжигание спиртовых топлив в дизелях более экономично [1, 6]. Однако использование этанола в качестве топлива для дизелей может вызвать серьезные проблемы, что связано с отличиями его физико-химических свойств от свойств нефтяных моторных топлив. В табл. 5 представлен химический состав, низшая теплотворная способность и стехиометрическое соотношение (соотношение воздух/топливо) этанола, дизельного топлива (ДТ) и рапсового масла (РМ) [1]. Эти проблемы обусловлены низкой плотностью и вязкостью этанола (соответственно 790 кг/м^3 и 1,0 мм^2/с), а также низким цетановым числом, которое у этанола составляет около 8 ед./ (у нефтяного ДТ – более 45 ед.), что вызывает проблему с самовоспламенением этилового спирта в камере сгорания (КС) дизеля.

При использовании этанола в качестве кислородсодержащей присадки (оксигената) к нефтяным моторным топливам (в количестве до 10–20 %) характер протекания процессов смесеобразования, воспламенения и сгорания (как в двигателях с искровым зажиганием, так и в дизельных двигателях) изменяется незначительно по сравнению с работой на традиционных нефтяных моторных топливах [13]. В связи с этим возможно сохранение неизменными конструкции и регулировочных параметров базового двигателя. Возможно также использование существующей инфраструктуры в сфере эксплуатации транспортных средств и сельскохозяйственных машин. Следует также отметить, что при работе дизелей на смесях нефтяного дизельного топлива (ДТ) с небольшим количе-

Таблица 4

Требования к составу этанола в различных странах

Параметры	Бразилия	Канада	США	Германия	Украина	Польша
Объемная концентрация этанола, %, не менее	99,3	98,7	92,1	99,8	99,3	99,6
Воды, %, не более	–	0,1 % (масс.)	7,9 % (об.)	–	0,02 % (об.)	0,4 % (об.)
Концентрация альдегидов, в расчете на ацетальдегид, г/л безводного этанола, не более	–	–	–	0,004	–	0,20
Объемная концентрация метанола, % об., не более	–	–	0,50	–	–	–
Концентрация кислот в пересчете на уксусную, г/л безводного этанола, не более	0,03	0,03	0,07 (об.)	–	–	0,03
Концентрация эфиров в пересчете на этилацетат, г/л безводного этанола, не более	–	–	–	0,002	–	0,20
Сухой остаток, г/л безводного этанола, не более	–	–	0,05	–	–	0,02
Содержание меди, мг/кг, не более	0,07	0,10	0,10	–	–	0,10
Содержание хлоридов, мг/кг, не более	–	10,0	5,0	–	–	40,0
Денатурирующие вещества, % (об.)	3,0	1 л бензина на 100 л этанола	1,96–4,76	–	–	–

Таблица 5

Химический состав и свойства нефтяного топлива и биотоплив

Топливо	Массовые доли				Теплота сгорания низшая H_U, кДж/кг	Стехиометрическое соотношение l_o, кг/кг	Плотность $\rho_т$, кг/м^3
	C	H	O	S			
Дизельное топливо (ДТ)	0,87	0,126	0,004	0,005	42 500	14,3	840
Рапсовое масло (РМ)	0,77	0,12	0,11	0	37 300	12,0	921
Этиловый спирт	0,521	0,132	0,347	0	27 500	9,0	790

ством этанола (до 10–20 %) решается проблема воспламенения низкоцетаногово этанола (его цетановое число равно ЦЧ = 8, у нефтяного ДТ обычно ЦЧ = 45–50) в условиях камеры сгорания дизеля.

Спирты отличаются от бензина и дизельного топлива более высокой химической активностью реакций окисления. Основной причиной повышенной химической активности спиртов является их более интенсивная диссоциация по сравнению с углеводородами при повышенной температуре смеси. В реакции разложения этанола образуются два активных радикала [13]:

$$C_2H_5OH \rightarrow \dot{C}_2H_5 + \dot{O}H.$$

Образовавшиеся радикалы инициируют начало цепных реакций окисления, стабилизируют процессы сгорания горючей смеси. Но при организации работы дизелей на нефтяном дизельном топливе с добавкой спиртового топлива необходимо учитывать меньшую энергоемкость этанола (на 35–40 %) по сравнению с нефтяным ДТ, а также его высокую теплоту испарения (1115 кДж/кг против 250 кДж/кг – у нефтяного ДТ). Это может привести к переохлаждению рабочей смеси на режимах с низкой нагрузкой и затрудненному пуску двигателя.

Одной из серьезных проблем, возникающих при использовании этанола в качестве моторного топлива, является его плохая смешиваемость с нефтяным ДТ и рядом альтернативных топлив. При этом создание стойких смесей этанола с нефтяным ДТ представляет сложную техническую задачу. Основная причина этого – наличие в этаноле, полученном путем брожения биомассы, значительного количества воды, которая очень плохо смешивается с нефтепродуктами. Как указано выше (см. табл. 4), в топливном этаноле, выпускаемом в США, допустимым является содержание 7,9 % (по объему) воды и денатурирующих веществ. Смешивание такого этанола с нефтяным ДТ возможно только путем создания этаноло-топливных эмульсий с добавлением эмульгаторов. В частности, в работе [15] отечественный дизель типа 4 Ч 11,0/12,5 испытан на эмульсии, содержащей нефтяное ДТ (67,5 %), этанол (25 %), воду (7 %) и эмульгатор (0,5 %). В работе [16] исследован шестицилиндровый четырехтактный дизель фирмы Cummins (США), работающий на эмульсии нефтяного ДТ (88,7 %), этанола (10 %) и эмульгаторов (1,3 %). Аналогичные исследования дизелей, работающих на этаноло-топливных эмульсиях, проведены за рубежом и в России [17–20].

Вместе с тем абсолютный спирт, практически не содержащий воды, хорошо смешивается с нефтяным ДТ. При этом образуются стойкие смеси, что подтвердили исследования авторов статьи. Использован абсолютный спирт, произведенный ФГУП "Алексинский химический комбинат" (г. Алексин, Тульской обл.) с соответствии с ТУ 2421-064-07506004-2003 [21]. Этот спирт смешивался с нефтяным ДТ. Исследовались нефтяное дизельное топливо марки "Л" по ГОСТ 305–82 и смесевое биотопливо – смесь, содержащая 96 % ДТ и 4 % этанола (по объему). Некоторые свойства этих топлив и этанола приведены в табл. 6.

Для подтверждения возможности использования полученной смеси в качестве моторного топлива проведены экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) производства Минского моторного завода, параметры которого приведены в табл. 7. Результаты испытаний этого дизеля на режимах внешней скоростной характеристики (ВСХ) представлены на рис. 9 и в табл. 8, а результаты экспериментальных исследований этого дизеля на режимах 13-режимного цикла ECE R49 – на рис. 10 и в табл. 8.

Таблица 6

Физико-химические свойства исследуемых топлив

Физико-химические свойства	Топлива		
	Дизельное	Этанол	Смесь 96 % ДТ и 4 % этанола
Плотность при 20 °С, кг/м^3	830,0	789,3	828,4
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм^2/с	3,8	1,0	3,5
Коэффициент поверхностного натяжения при 20 °С, мН/м	27,1	22,4	–
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 500	26 800	41 800
Теплота испарения, кДж/кг	1115	870	–
Цетановое число	45	8	–
Температура самовоспламенения, °С	250	363	–
Температура застывания, °С	–35	–114,3	–

Окончание табл. 6

Физико-химические свойства	Топлива		
	Дизельное	Этанол	Смесь 96 % ДТ и 4 % этанола
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,31	9,01	14,09
Содержание, % по массе:			
C	87,0	52,2	85,6
H	12,6	13,1	12,6
O	0,4	34,7	1,8
Общее содержание серы, % по массе	0,200	–	0,192

Примечание: "–" – свойства не определялись; для смеси ДТ и этанола указано объемное процентное содержание компонентов.

Таблица 7

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

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра, мм	110
Ход поршня, мм	125
Рабочий объем цилиндра, л	1,08
Общий рабочий объем, л	4,32
Степень сжатия	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип КС, способ смесеобразования	КС типа ЦНИДИ, объемно-пленочное смесеобразование
Номинальная частота вращения, мин$^{-1}$	2400
Номинальная мощность, кВт	80
Литровая мощность, кВт/л	18,5
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 *PP4M10U1f* фирмы *Motorpal* с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД, мм	10

Окончание табл. 7

Параметры	Значение
Ход плунжеров ТНВД, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов, мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО "Куроаппаратура" (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы *Motorpal* типа *DOP 119S534* с пятью сопловыми отверстиями диаметром $d_р$ = 0,34 мм и проходным сечением $\mu_р f_р$ = 0,250 мм^2
Давление начала впрыскивания форсунок, МПа	21,5

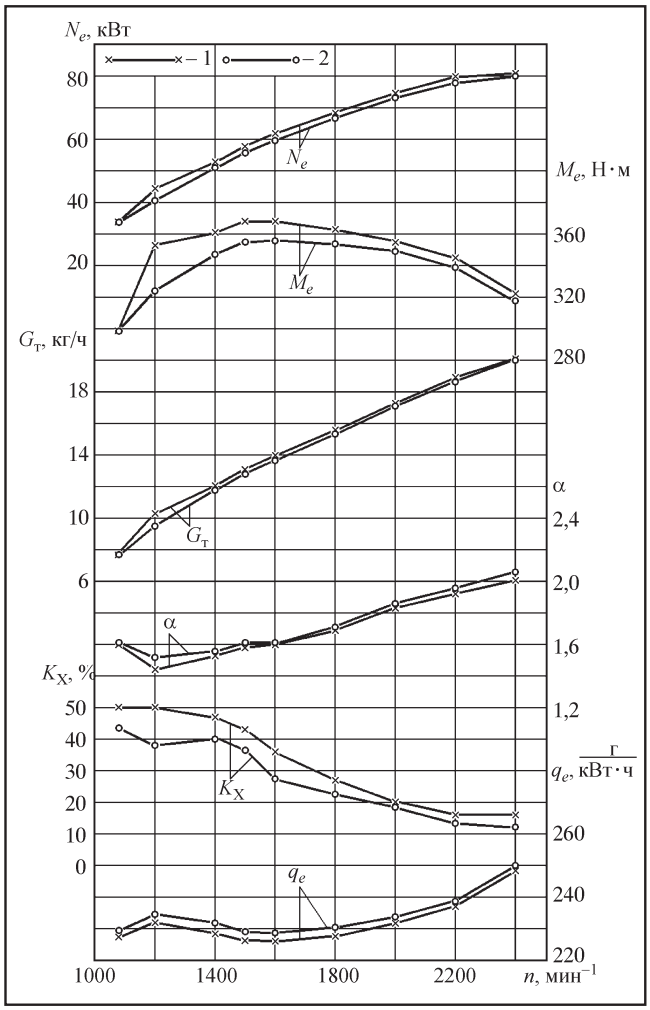


Рис. 9. *Зависимость эффективной мощности N_e, крутящего момента M_e, часового расхода топлива G_m, коэффициента избытка воздуха α, дымности ОГ K_X и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения n коленчатого вала дизеля Д-245.12С на режимах ВСХ:*
1 – ДТ; *2* – смесь 96 % ДТ и 4 % этанола

По приведенным на рис. 10 характеристикам содержания в ОГ нормируемых токсичных компонентов (оксидов азота NO_x, монооксида углерода CO, несгоревших углеводородов CH_x) с использованием общепринятых методик рассчитаны их интегральные удельные массовые выбросы на режимах 13-режимного цикла (соответственно e_{NO_x}, e_{CO}, e_{CH_x}). При оценке интегральной токсичности ОГ двигателя на режимах такого цикла на каждом режиме определены концентрации в ОГ токсичных компонентов (C_{NO_x}, C_{CO}, C_{CH_x}) и рассчитаны их часовые массовые выбросы (E_{NO_x}, E_{CO}, E_{CH_x}). Полученные значения вредных выбросов просуммированны за весь цикл по каждому компоненту (с учетом весовых коэффициентов K_i, отражающих долю времени каждого режима) и затем делением на условную среднюю мощность дизеля за испытательный цикл $\Sigma(N_{e\,i} \cdot K_i)$ получены удельные массовые выбросы вредных веществ по формулам:

$$e_{NO_x} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{NO_x i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{e\,i} K_i}, \quad e_{CO} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{CO_i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{e\,i} K_i},$$

$$e_{CH_x} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{CH_x i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{e\,i} K_i}. \quad (1)$$

С использованием представленных на рис. 10, *а* характеристик часового расхода топлива $G_т$ определены значения удельного эффективного расхода топлива g_e и эффективного КПД η_e по известным зависимостям

$$g_e = \frac{1000 G_т}{N_e}; \quad \eta_e = \frac{3600}{H_U g_e}, \quad (2)$$

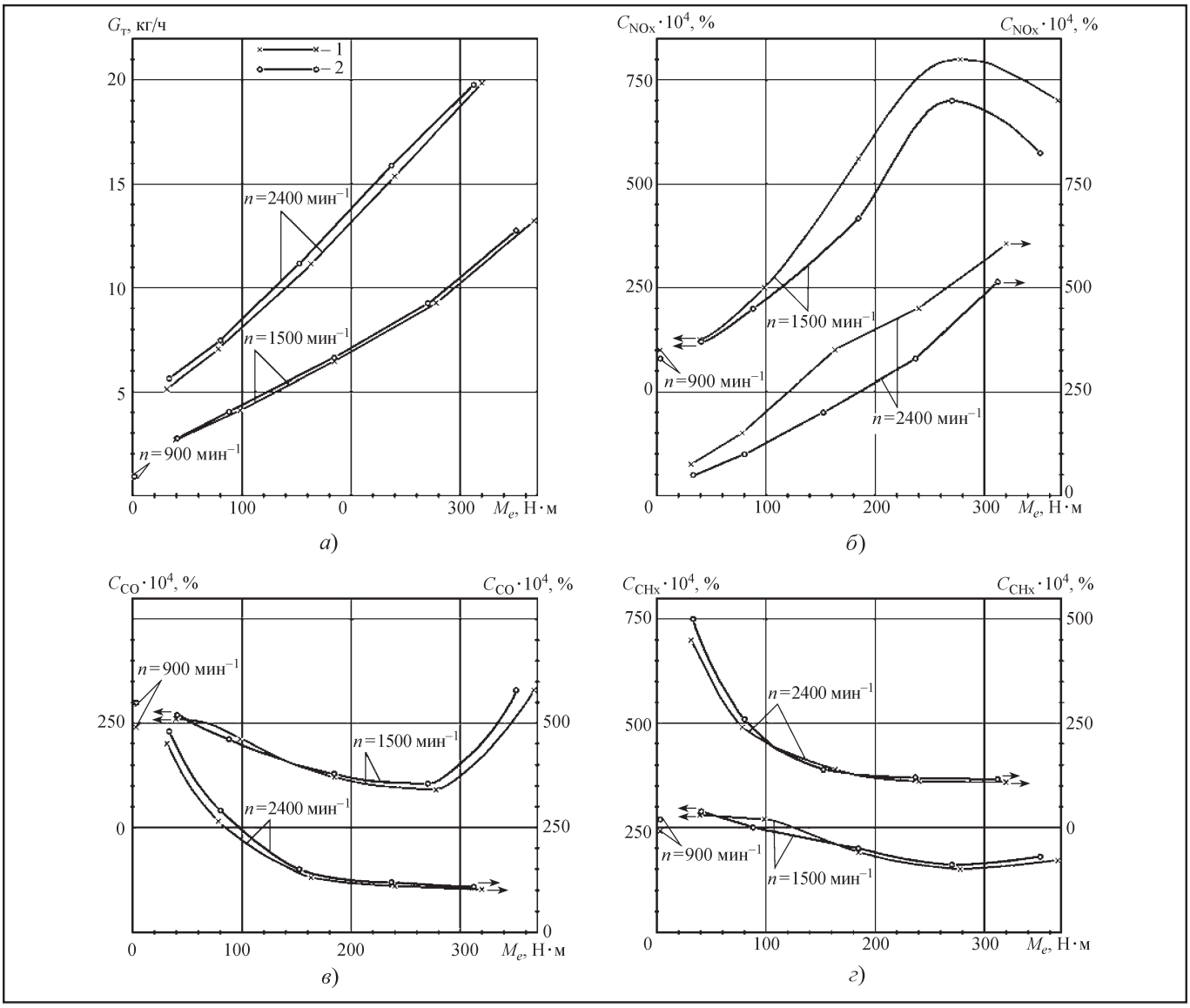


Рис. 10. *Зависимость часового расхода топлива G_m (а), объемных концентраций в ОГ оксидов азота C_{NOx} (б), монооксида углерода C_{CO} (в), несгоревших углеводородов C_{CHx} (г) от частоты вращения n и крутящего момента M_e дизеля типа Д-245.12С:*
1 – ДТ; *2* – смесь 96 % ДТ и 4 % этанола

где H_U – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг. Оценка эксплуатационного расхода топлива на режимах 13-режимного цикла проведена по среднему (условному) удельному эффективному расходу топлива, который определялся с использованием зависимости

$$g_{e\,усл} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{т\,i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{e\,i} K_i}, \qquad (3)$$

где $G_{т\,i}$ – часовой расход топлива на i-м режиме. Для оценки топливной экономичности дизеля, работающего на смесевых биотопливах, рассчитан также эффективный КПД дизеля η_e. Причем, для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-режимного цикла использован условный эффективный КПД, определяемый из соотношения

$$\eta_{e\,усл} = \frac{3600}{H_U\, g_{e\,усл}}. \qquad (4)$$

Таблица 8

Показатели дизеля типа Д-245.12С, работающего на смеси нефтяного ДТ и этанола

Показатели дизеля	Вид топлива ДТ	
	ДТ	96% ДТ и 4% этанола
Часовой расход топлива, кг/ч:		
на режиме максимальной мощности	20,10	20,00
на режиме максимального крутящего момента	13,10	12,76
Крутящий момент дизеля, Н·м:		
на режиме максимальной мощности	322	318
на режиме максимального крутящего момента	368	355
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч):		
на режиме максимальной мощности	248,4	250,0
на режиме максимального крутящего момента	226,2	229,0
Эффективный КПД дизеля:		
на режиме максимальной мощности	0,341	0,344
на режиме максимального крутящего момента	0,374	0,376
Дымность ОГ, % по шкале Хартриджа:		
на режиме максимальной мощности	16,0	12,0
на режиме максимального крутящего момента	43,0	36,5
Интегральные на режимах 13-режимного цикла:		
эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	247,97	254,73
эффективный КПД	0,341	0,338
Интегральные на режимах 13-режимного цикла удельные массовые выбросы, г/(кВт·ч):		
оксидов азота	7,018	5,798
монооксида углерода	1,723	1,879
несгоревших углеводородов	0,788	0,856

Результаты указанных расчетов представлены в табл. 8. Результаты этих расчетов подтверждают возможность улучшения экологических показателей дизеля типа Д-245.12С при его переводе с ДТ на смесь 96 % ДТ и 4 % этанола. Так, при подаче в КС дизеля исследуемого смесевого биотоплива на режимах максимальной мощности (при n = = 2400 мин$^{-1}$) и максимального крутящего момента (при n = 1500 мин$^{-1}$) дымность ОГ снизилась на 15–25 % по сравнению с использованием нефтяного ДТ. Удельный массовый выброс оксидов азота e_{NO_x} на режимах 13-режимного цикла снизился с 7,018 до 5,798 г/(кВт·ч), т.е. на 17,4 %. Удельный массовый выброс монооксида углерода e_{CO} возрос с 1,723 до 1,879 г/(кВт·ч), т.е. на 9,0 %. Удельный массовый выброс несгоревших углеводородов e_{CH_x} увеличился с 0,788 до 0,856 г/(кВт·ч), т.е. на 8,6 %. Но следует отметить, что выбросы CO и CH_x эффективно снижаются установкой в выпускной системе двигателя каталитических нейтрализаторов. Условный эффективный КПД дизеля $\eta_{e\ усл}$ незначительно снизился (с 0,341 до 0,338, т.е. на 0,8 %), однако это снижение соизмеримо с точностью его определения. В целом, проведенные исследования подтвердили возможность эффективного использования абсолютного этанола как

Таблица 9

Определение экологических качеств нефтяного ДТ и его смеси с абсолютным этиловым спиртом для дизеля типа Д-245.12С

Вид топлива	Показатели дизеля									
	$C_{NO_x N_{max}}$, ppm	$J_{NO_x N_{max}}$	$C_{NO_x M_{max}}$, ppm	$J_{NO_x M_{max}}$	$K_{X N_{max}}$, %	$J_{K_X N_{max}}$	$K_{X M_{max}}$, %	$J_{K_X M_{max}}$	J_o	$\bar{J}_o$
ДТ	605	1,000	700	1,000	16,0	1,000	43,0	1,000	4,000	1,000
96 % ДТ + 4 % ЭС	515	0,851	575	0,821	12,0	0,750	36,5	0,849	3,271	0,818

экологической добавки к нефтяному ДТ. Однако актуальным является вопрос о сравнительных экологических показателях традиционного нефтяного дизельного топлива и смесей этого топлива с небольшим количеством этанола.

Следует отметить, что задача сравнительного анализа экологических показателей дизеля, работающего на биоэтаноле и его смесях с нефтяным ДТ, достаточно сложна и не имеет однозначного решения. Это обусловлено тем, что работа дизеля характеризуется целым комплексом показателей (критериев) топливной экономичности и токсичности ОГ. Требования к выбору топлива, оптимального по данным критериям, часто противоречат друг другу. В результате эта задача становится многокритериальной оптимизационной задачей [10, 22, 23]. Для решения задачи сравнительного анализа экологических показателей дизеля, работающего на различных топливах, предложена методика оптимизации, подробно описанная в работе [24]. Она базируется на методе свертки, при котором частные критерии оптимальности, характеризующие токсичность ОГ дизеля, сводятся к обобщенному критерию J_o, определяемому в виде суммы основных частных критериев, характеризующих концентрацию в ОГ оксидов азота J_{NO_x} и дымность ОГ по шкале Хартриджа J_{K_X}, в соответствии с выражением

$$J_o = J_{NO_x} + J_{K_X}. \quad (5)$$

При выборе оптимального топлива целесообразно учитывать принятые основные показатели токсичности ОГ на двух основных режимах – максимальной мощности N_{max} и максимального крутящего момента M_{max}. Тогда выражение (5) принимает вид

$$J_o = J_{NO_x N_{max}} + J_{NO_x M_{max}} + J_{K_X N_{max}} + J_{K_X M_{max}}, \quad (6)$$

где $J_{NO_x N_{max}}, J_{NO_x M_{max}}, J_{K_X N_{max}}, J_{K_X M_{max}}$ – частные критерии оптимальности (концентрация в ОГ оксидов азота и дымность ОГ по шкале Хартриджа) на указанных режимах.

Поскольку в предлагаемой методике в качестве частных критериев оптимальности выражения (5) использованы концентрация в ОГ оксидов азота C_{NO_x} и дымность ОГ по шкале Хартриджа K_X, имеющие различную размерность, целесообразно их использование в относительных величинах в виде:

$$J_{NO_x N_{max}} = C_{NO_x N_{max} i} / C_{NO_x N_{max}\ дт};$$

$$J_{NO_x M_{max}} = C_{NO_x M_{max} i} / C_{NO_x M_{max}\ дт};$$

$$J_{K_X N_{max}} = K_{X\ N_{max} i} / K_{X\ N_{max}\ дт};$$

$$J_{K_X M_{max}} = K_{X\ M_{max} i} / K_{X\ M_{max}\ дт}, \quad (7)$$

где параметры с индексом "дт" соответствуют работе на нефтяном ДТ, а параметры с индексом "*i*" – работе на *i*-м топливе. Обобщенный критерий оптимальности (6) удобно использовать в относительном виде:

$$\bar{J}_o = J_{o\,i} / J_{o\ дт}. \quad (8)$$

Таким образом, предложенная методика сравнительного анализа экологических показателей дизеля, работающего на биоэтаноле и его смесях с нефтяным ДТ, предполагает формирование обобщенного аддитивного критерия оптимальности в виде (6) или (8). Минимум этого обобщенного критерия (целевой функции) соответствует оптимальному топливу. При этом частные критерии оптимизации, характеризующие концентрацию в ОГ оксидов азота J_{NO_x} и дымность ОГ по шкале Хартриджа J_{K_X} на двух основных режимах – максимальной мощности N_{max} и максимального кру-

тящего момента M_{max}, определяются по выражениям (7). Результаты вычислений частных критериев оптимальности по выражениям (7) и обобщенного критерия оптимальности по формулам (6), (8) приведены в табл. 9.

Как следует из данных табл. 9, исследованная смесь 96 % нефтяного ДТ и 4 % абсолютного этанола обладает заметно лучшими экологическими качествами по сравнению с чистым дизельным топливом. Для дизеля типа Д-245.12С, работающего на нефтяном ДТ, обобщенный критерий оптимальности $\bar{J}_o$ был равен единице, а при переводе дизеля на указанную смесь он снизился до значения $\bar{J}_o$ = 0,818. Причем, при переводе дизеля на смесевое биотопливо все четыре частных критерия оптимальности ($J_{NO_x N_{max}}$, $J_{NO_x M_{max}}$, $J_{K_X N_{max}}$ и $J_{K_X M_{max}}$) уменьшились.

Проведенные расчетные исследования также показали, что добавка 4 % абсолютного этанола в нефтяное ДТ по своему экологическому эффекту примерно соответствует добавке 20 % рапсового масла (РМ) или 20 % метилового эфира рапсового масла (МЭРМ). Для смеси 80 % нефтяного ДТ и 20 % РМ обобщенный критерий оптимальности оказался равен $\bar{J}_o$ = 0,828, а для смеси 80 % ДТ с 20 % МЭРМ – $\bar{J}_o$ = 0,785. То есть полученные значения обобщенного критерия оптимальности $\bar{J}_o$ для всех рассмотренных смесей оказались примерно одинаковыми. Таким образом, для смеси ДТ и этанола этот показатель достигнут при существенно меньшей добавке биотоплива (4 % по объему), чем при использовании биотоплив, полученных из растительных масел (20 % по объему).

БИБЛИОГРАФИЧЕКИЙ СПИСОК

1. **Марков В.А., Девянин С.Н., Зыков С.А., Гайдар С.М.** Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания: монография. М.: НИЦ "Инженер" (Союз НИО), 2016. 292 с.

2. **Кавтарадзе З.Р., Кавтарадзе Р.З.** Перспективы применения поршневых двигателей на альтернативных моторных топливах // Транспорт на альтернативном топливе. 2009. № 6. С. 59–65.

3. **Федоренко В.Ф., Сорокин Н.Т., Буклагин Д.С. и др.** Инновационное развитие альтернативной энергетики: Ч. 1. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2010. 348 с.

4. **Вальехо Мальдонадо П.Р.** Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика: учебное пособие для вузов. М.: Изд-во РУДН, 2008. 204 с.

5. **Гусаков С.В.** Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников. М.: РУДН, 2008. 318 с.

6. **Александров А.А., Архаров И.А., Марков В.А. и др.** Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания // Под ред. А.А. Александрова, В.А. Маркова. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2012. 791 с.

7. **Шатров М.Г., Морозов К.А., Алексеев И.В. и др.** Автомобильные двигатели: учебник для вузов // Под ред. М.Г. Шатрова. М.: Издательский центр "Академия", 2013. 464 с.

8. **Марков В.А., Девянин С.Н., Семенов В.Г., Шахов А.В., Багров В.В.** Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2011. 536 с.

9. **Орсик Л.С., Сорокин Н.Т., Федоренко В.Ф. и др.** Биоэнергетика: Мировой опыт и прогнозы развития // Под ред. В.Ф. Федоренко. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2008. 404 с.

10. **Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И.** Токсичность отработавших газов дизелей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 376 с.

11. **Александров А.А., Архаров И.А., Марков В.А. и др.** Нефтяные моторные топлива: экологические аспекты применения // Под ред. А.А. Александрова, В.А. Маркова. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2014. 691 с.

12. **Юданов С.В.** Вопросы производства альтернативных видов моторных топлив // Грузовик. 2012. № 5. С. 41–43.

13. **Машиностроение.** Энциклопедия. Т. IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков и др.; под ред. А.А. Александрова, Н.А. Иващенко. М.: Машиностроение, 2013. 784 с.

14. **Ершов А.М., Трифонова Е.В., Хабибуллин И.Ф. и др.** Опыт и перспективы применения биоэтанольных топлив // Нефтепереработка и нефтехимия. 2014. № 12. С. 33–37.

15. **Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.

16. **Mendoza M.C., Woon P.V.** E-diesel Effects on Engine Component Temperature and Heat Balance in a Cummins C8.3 Engine // SAE Technical Paper Series. 2002. № 2002-01-2847. P. 1–7.

17. **Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов, метаноло- и этаноло-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.

18. **Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. 311 с.

19. **Adelman H.G.** Alcohols in Diesel Engines: a Review // SAE Technical Paper Series. 1979. № 790956. P. 1–9.

20. **Alcohols** in Diesel Engines: A Review // Automotive Engineering. 1984. Vol. 92. № 6. P. 40–44.

21. **ТУ 2421-064-07506004-2003.** Спирт этиловый синтетический абсолютированный очищенный. М.: Изд-во Стандартов, 2003. 12 с.

22. **Васильев Ф.П.** Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002. 824 с.

23. **Парсаданов И.В.** Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. Харьков: Изд-во ХПИ, 2003. 244 с.

24. **Марков В.А., Девянин С.Н., Шумовский В.А.** Метод оптимизации состава водотопливных эмульсий для дизелей // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2015. № 11. С. 29–42.

9-я Международная выставка "Мир автобусов"

И.В. Савинская

С 18 по 20 мая в Коломне прошел 9-й Международный автотранспортный фестиваль "Мир автобусов". Его организаторами выступили ГУП МО "МОСТРАНСАВТО", МАП № 2 "Автоколонна 1417" при поддержке Правительства Московской области и Министерства транспорта Московской области. На выставочных площадках он собрал стенды 40 участников и 30 экземпляров современной автобусной техники.

В церемонии открытия фестиваля приняли участие заместитель министра транспорта Московской области Андрей Середнев, генеральный директор ГУП МО "МОСТРАНСАВТО" Александр Зайцев, Герой России, летчик-космонавт Елена Серова, президент Автотранспортного союза Московской обл. Борис Винокуров, председатель Московского областного комитета профсоюзов работников автотранспорта и дорожного хозяйства Людмила Емельяненко, глава городского округа Коломна Галина Грачева, руководитель администрации городского округа Коломна Валерий Шувалов, глава Коломенского муниципального района Андрей Ваулин, Депутат МОД, ректор ГСГУ Алексей Мазуров, директор МАП № 2 "Автоколонна 1417" Николай Сиделев, экс-руководители ГУП МО "МОСТРАНСАВТО" разных лет. Почетными гостями фестиваля по традиции стали ветераны предприятия. Право дать торжественный старт фестивалю организаторы предоставили ветерану предприятия, участнику Великой Отечественной войны Николаю Николаевичу Приступе.

Деловая программа фестиваля была насыщенна презентациями новой техники. Компания "Даймлер КАМАЗ Рус" представила туристический автобус Setra S 516 HDH – новый флагманский лайнер с местами бизнес-класса в салоне. Производители позиционируют эту модель как автобус для спортивных команд. В нем всего 29 мест, формат салона "2 + 1" с широким проходом. В задней части салона расположен "клубный уголок" со столиком в центре – идеальное место для общения спортсменов с тренерами перед игрой или для послематчевого разбора игры. Главной дизайнерской фишкой

Туристический автобус Setra S 516 HDH

автобуса стала прозрачная панорамная крыша TopSky, создающая необыкновенный обзор и обеспечивающая впечатляющие виды во время поездки. С точки зрения технических характеристик новая Setra, разумеется, также на высоте. Автобус полностью оправдывает репутацию безопасного туристического автобуса. Он оснащен системой "умного торможения", сочетая активные и пассивные системы безопасности. Автобус также является примером в своем классе с точки зрения экономической эффективности – при высокой мощно-

Автобус "Круиз CNG" с газовым двигателем Scania

Междугородний автобус Iveco Crossway 12

сти обеспечивает низкий расход топлива и выброс вредных веществ.

Еще одна новинка от "Даймлер КАМАЗ Рус" – междугородный автобус большого класса Mercedes-Benz Intuoro. Предназначен для обслуживания пассажиров на пригородных и междугородных маршрутах средней протяженности. Имеет современный дизайн и достойный уровень комфорта. Признан одним из оптимальных на европейском рынке с точки зрения соотношения цены и качества.

"Группа ГАЗ" в рамках выставки "Мир автобусов-2016" впервые представила туристический автобус "Круиз" с газовым двигателем экологического стандарта "Евро-6". Модель, построенная на шасси Scania, будет выпускаться под брендом ГАЗ, под которым с 2015 г. консолидируется новая линейка всей автобусной продукции предприятий, входящих в "Группу ГАЗ".

Автобус большого класса для междугородных и туристических перевозок "Круиз" производства Ликинского автобусного завода рассчитан на транспортировку 47 пассажиров. Комплектуется газовым двигателем Scania экологического стандарта "Евро-6". Газовое топливо (метан) заправляется в восемь баллонов по 150 л, чей суммарный объем в 1200 л обеспечивает запас хода в 600 км. Высокий комфорт при передвижении создает мягкая пневматическая подвеска со стабилизаторами на передней и задней оси и электронная система управления с функцией подъема и опускания кузова. "Круиз" обладает широким набором опций. В базовую комплектацию включен климат-контроль, бортовой компьютер, круиз-контроль, системы курсовой устойчивости и противоопрокидывания кузова, помощь при подъ-

Маршуртный автобус на шасси Iveco Daily с газовым двигателем мощностью 136 л.с.

Туристический автобус MAN Lion's Coach R 08

емах и спусках, видеодвойка. Дополнительно доступны электронно-цифровые рейсоуказатели, видеосистема, Wi-Fi, автоинформатор, видеокамера заднего вида, терминал навигации и связи, видеорегистратор, внешние и внутрисалонные фото- и видеокамеры, спальное место сменного водителя, кухня и биотуалет. Автобус также оснащен датчиками температуры и дыма, автоматической системой оповещения и тушения пожара. Предусмотрено и северное исполнение автобуса с дополнительным утеплением боковин, крыши и пола, защитой радиатора и переднего отопителя, вспомогательными отопителями в салоне и кабине водителя.

На стенде "Группы ГАЗ" были представлены другие перспективные разработки компании – автобус малого класса "Вектор Next" и низкопольный городской автобус большого класса ЛиАЗ-529265 с дизельным двигателем ЯМЗ экологического стандарта "Евро-5".

Компания "ИВЕКО Руссия" привезла в Коломну городской низкопольный Iveco Crossway Low Entry (LE), междугородний Crossway 12M и городской маршрутный автобус на базе Daily от "СТ Нижегородец" с газовым двигателем CNG.

Один из представленных автобусов – 12-метровый Crossway – оборудован терминалом, подключенным к системе экстренного реагирования при авариях "ЭРА-ГЛОНАСС". Технология прошла испытания на серийных моделях и была опробована в действии некоторыми клиентами, в частности, перевозчиками опасных грузов. По замыслу разработчиков, система должна приносить пользу не только в экстренных случаях, но и в повседневной эксплуатации, поэтому в устройство интегрировали функцию управления парком.

Междугородний Crossway выпускается на заводе в Чехии с 2006 г. По словам представителей компании, именно это позволило Crossway достичь определенных успехов в освоении рынка: многие российские перевозчики предпочитают проверенные решения, хорошо зарекомендовавшие себя при эксплуатации в непростых климатических и дорожных условиях. Надежность Crossway подтверждена статистикой: на сегодняшний день на дорогах Европы эксплуатируются более 22 000 ед. этой модели.

Надежный двигатель Cursor 8 мощностью 330 л.с. удачно сочетается с шестиступенчатой "механикой" от ZF. Кстати, доступен силовой агрегат в исполнениях "Евро-3", "Евро-4", "Евро-5" и "Евро-6". Комплектация обоих Crossway довольно схожая. Основные различия касаются организации салонного пространства и высоты пола. Междугородняя и городская версия рассчитаны на перевозку 51 и 115 чел. соответственно.

"СТ Нижегородец" показал маршуртный автобус 2227UU-704, который рассчитан на перевозку 26 пассажиров при наличии 18 сидячих мест. Он построен на базе пятитонного шасси Iveco Daily и комплектуется трехлитровым газовым двигателем мощностью 136 л.с. Автобус предлагает пассажирам достойный уровень комфорта и удобный доступ в салон. В список оборудования 2227UU-704 входит система ESP 9, круиз-контроль, электропа-

Городской автобус МАЗ-206085

кет, обогреваемое лобовое стекло, жидкостный отопитель салона, а также дополнительный топливный бак на 14 л. Повышенный комфорт пассажиров обеспечивается за счет пневматической задней подвески.

Компания "МАН Трак энд Бас Рус" привезла в Коломну два важных для российского рынка автобуса – флагман туристической линейки трехосный MAN Lion's Coach R 08, который представлен в России комплектацией повышенной вместимости (59 мест), и новую модель Man Lion's Intercity, продолжение предыдущей модели А72 в модернизированном варианте. Man Lion's Intercity – единственный в России автобус большого класса, сертифицированный с локальной системой ЭРА Глонасс. Модель представлена в двух спецификациях – 55/59 мест и полностью приспособлена под перевозку школьников.

ОАО "МАЗ" совместно с официальным дилером ООО "АвтоМАЗВосток" презентовали участникам фестиваля сразу три автобуса – городской автобус большого класса МАЗ-203988 "Евро-6", работающий на дизельном топливе, городской низкопольный автобус МАЗ-206085 среднего класса с новым дизайном салона и междугородний автобус МАЗ-231062. Последний является абсолютно новой разработкой Минского автомобильного завода. При длине 12 м салон автобуса вмещает 71 пассажира, в том числе 51 на сидячих местах, и имеет вместительное багажное отделение. Автобус полностью соответствует экологическим требованиям "Евро-5", имеет дизайн европейского уровня и эргономичное рабочее место водителя.

Традиционно на выставке "Мир автобусов" находят друг друга деловые партнеры и заключаются сделки. В последний день фестиваля автобус Higer 6122 от компании "РусБизнесАвто" прямо с площадки фестиваля уехал к своему новому хозяину, в зимнюю олимпийскую столицу 2014 г. Higer 6122 оснащен двигателем Cummins Euro-5, независимой передней подвеской, несущим кузовом, коробкой передач ZF. Автобус имеет современный дизайн, оборудован мультимедийной системой GBOS, биотуалетом, спальным местом для водителя, холодильником и другими полезными опциями. В качестве приятного бонуса покупатель (компания "Экспресс-Авто") получил от производителя сертификат на поездку в Китай на завод Higer.

Традиционно в рамках "Мира автобусов" состоялись тематические конференции и круглые столы по актуальным для автобусной отрасли темам. На них обсуждали перспективы развития автобусного туризма в России, вопросы технического сервиса автобусов и технологии для обеспечения мобильности, безопасности и эффективности автобусных перевозок. Говоря о вопросах технического сервиса, участники круглого стола отметили, что сегодня потребитель уделяет значительное внимание не только приобретению новой техники, но и обслуживанию и ремонту уже имеющейся. Трендом 2016 г. и одним из перспективных направлений признали развитие сервисного обслуживания. Одним из спикеров по теме современных технологий на пассажирском транспорте стал генеральный директор ООО "ЕТК" Павел Буяджи. Он рассказал об истории запуска в Подмосковье проекта ЕТК "Стрелка" и обозначил ближайшие планы компании – начать распространять карту "Стрелка" через сеть МФЦ, интегрировать карту с транспортной картой "Тройка" и начать реализацию аналогичных проектов в других регионах России. По словам Буяджи, сегодня в Подмосковье реализованы более 1 млн транспортных карт. Коломна лидирует по использованию "Стрелки" – ее используют 80 % наших пассажиров.

В последний день фестиваля как всегда подвели его итоги и вручили награды. Лучшими в "Мире автобусов" по итогам зрительского голосования стали:

– в номинации "Лучший микроавтобус" – ГАЗель Next, компания "Коммерческие автомобили – Группа ГАЗ";

– в номинации "Лучший городской автобус" – МАЗ-206085, компания "АвтоМАЗВосток";

– в номинации "Лучший междугородний туристический автобус" – Setra S 516 HDH, компания "Даймлер КАМАЗ Рус";

– в номинации "Лучший стенд" – компания "Даймлер КАМАЗ Рус".

Как природный газ используется в качестве автомобильного топлива

С.В. Куприянов, фото ПАО "ГАЗПРОМ"

"Газпром" ведет масштабную работу по развитию российского рынка газомоторного топлива, в первую очередь за счет строительства новой газозаправочной инфраструктуры. Сегодня на территории России "Газпрому" принадлежат 213 АГНКС – автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (всего на начало 2016 г. в стране насчитывалось около 270 АГНКС).

Природный газ в качестве моторного топлива "Газпром" реализует под брендом EcoGas. Топливо EcoGas соответствует экологическому стандарту "Евро-5". При его использовании выброс токсичных веществ в окружающую среду в пять раз ниже по сравнению с выбросами от автомобилей, работающих на бензине. А стоимость такого топлива в среднем по России составляет всего 12 руб. за 1 м^3.

Используя природный газ, можно увеличить срок службы двигателя в 1,5–2 раза. Дело в том, что при сгорании природный газ не только не образует отложений в двигателе, но и не смывает масляную пленку со стенок цилиндров, тем самым снижая трение и уменьшая износ деталей.

Новая АГНКС в Ставропольском крае, город Новоалександровск

На АГНКС "Газпрома" клиенты могут воспользоваться различными формами оплаты. Например, юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям предлагается удобная система безналичного расчета с применением топливных карт. Она позволяет не только вести учет осуществленных заправок, но и формировать онлайн-отчеты по выбранным параметрам.

Сеть АГНКС "Газпрома" в 2016 г. значительно вырастет: будут открыты 35 новых станций в 21 регионе России и реконструированы четыре действующие.

Уже летом будут открыты несколько АГНКС в Республике Татарстан, Ставропольском крае, Кемеровской, Новгородской и Томской областях.

Выбор места строительства для новых станций осуществлялся таким образом, чтобы обеспечивалось создание газомоторных коридоров на востребованных направлениях автоперевозок. Например, сейчас на 509 км, разделяющих Краснодар и Элисту, всего одна газовая заправка, и этого недостаточно, чтобы газовый автомобиль мог проехать по данному маршруту. Поэтому в 2016 г. на этом участке будет открыто еще четыре станции.

Строительство новых АГНКС синхронизировано с расширением парка и ассортимента техники, работающей на природном газе. Объемы продаж газомоторного транспорта в России растут: в 2015 г. было продано 3172 машины, что на 39 % больше, чем в 2014 г. Еще около 5000 машин было переоборудовано "под газ". Общее количество такой техники в стране на начало 2016 г. составило порядка 110 тыс. ед.

Одним из самых активных регионов по "газификации" транспорта является Республика Татарстан. Здесь производится широкий ассортимент газомо-

Новая АГНКС в Великом Новгороде

АГНКС в Томске

торной техники. В частности, "КАМАЗ" выпускает более 50 моделей транспортных средств, работающих на природном газе: от грузовых автомобилей до автобусов.

Среди ключевых потребителей газомоторного топлива – городской пассажирский транспорт и коммунальная техника. К примеру, в Великом Новгороде "Городское пассажирское автотранспортное предприятие" эксплуатирует 44 газомоторных автобуса, что составляет более 50 % всего их автопарка.

Для дальнейшего роста числа газомоторных автобусов в Великом Новгороде одной станции мало. В июне здесь планируется запуск новой АГНКС, что позволит не только разгрузить действующую станцию, но и обеспечить заправку природным газом магистрального автотранспорта на маршруте "Москва – Санкт-Петербург".

В Томской области газ широко применяется не только на пассажирском транспорте, но и в легковых автомобилях.

Наиболее популярными газовыми моделями в этом сегменте являются LADA Largus и LADA Vesta. В таксопарке местной компании "Апрель" эксплуатируется порядка 50 автомобилей, работающих на природном газе. 30 из них было переоборудовано в рамках стимулирующих программ компании "Газпром газомоторное топливо" – специализированного оператора по развитию рынка газомоторного топлива. В целом по России в 2015 г. по таким программам на природный газ переведена 1000 ед. техники.

В Томской области в этом году будет открыта четвертая АГНКС "Газпрома".

Природный газ нашел применение и на тяжелой карьерной технике. Так, в Кемеровской области, где располагается Кузнецкий угольный бассейн, получен положительный опыт эксплуатации 12 газовых карьерных самосвалов и принято решение об увеличении газового парка.

В ближайшие месяцы будет завершена реконструкция одной из четырех действующих АГНКС в Новокузнецке. В ходе работ на этом объекте было полностью заменено основное технологическое оборудование и обновлен внешний вид станции.

Масштабное строительство газозаправочной инфраструктуры с каждым годом делает природный газ – топливо будущего – все более доступным моторным топливом. К концу 2020 г. российская сеть АГНКС "Газпрома" будет насчитывать порядка 500 объектов.

ГАЗОВЫЙ ГРУЗОВИК SCANIA G340 CNG – АВТОМОБИЛЬ БУДУЩЕГО

М.В. Сергеев

Будущее волнует всех. Некоторые просто ночей не спят, пока на смогут заглянуть в туманные, сияющие перспективы экологически чистого, эффективного и недорогого транспорта. Итак, сияющее будущее наступило, но наступило оно не сегодня, а в феврале 2015 г., когда компания Scania вывела на наш рынок грузовики с двигателями на метане. Однако реальный тест газомоторного грузовика удалось сделать только сегодня. И именно сегодня я понял, что реальное будущее как раз за машинами на метане. Почему? Сейчас объясним.

Истории попыток заставить работать автомобильный двигатель на метане почти сто лет. И за это время была перепробована масса самых разных рецептов, однако эффективности бензиновых или дизельных моторов достичь до недавнего времени не удавалось. Почему всех так интересует именно метан? Да просто потому, что это наиболее дешевый горючий газ, который можно производить и использовать в промышленных масштабах. Недаром, в конфорках вашей домашней плиты горит именно метан, и вся энергетика Европы строится также на метане. Это вполне объяснимо по сравнению с нефтью, запасы метана практически безграничны, их по самым скромным подсчетам нам хватит еще лет на 200. Кроме того, метан – это возобновляемый ресурс.

Внешне газовый грузовик Scania G340 мало чем отличается от своего дизельного собрата

Но одно дело газовые котельные и химическая промышленность, и совсем другое – автомобильный двигатель.

Очень долгое время не удавалось заставить работать метан на автомобилях в полную силу, хотя, с переменным успехом, такие машины выпускаются с середины 50-х годов прошлого века. В СССР была программа по переводу общественного и грузового транспорта на метан. Таких машин были тысячи, они работали даже в такси. Хотя любовью у водителей эти машины не пользовались. И дело здесь в том, что в отличие от бензина и солярки, газ нельзя было "слить и продать налево", а вторая причина крылась в том, что газобалонное оборудование (ГБО) тех времен было сложным и далеким от совершенства, далеко не всегда обеспечивало герметичность и требовало тщательного ухода. Кроме того, при переводе на метан мощность двигателя падала на треть. Плюс приходилось возить с собой тяжелые толстостенные металлические баллоны, способные выдерживать давление в 200 атм. Да и запас хода оставался вдвое, а то и втрое меньше, чем на обычном топливе.

Неудивительно, что с наступлением новой экономической реальности такие машины стали стремительно исчезать. Процесс

В кабину можно забраться по трем ступенькам

Включаем первую передачу из 12 возможных и трогаемся с места

разрушения социалистического прошлого привел к тому, что повсеместно разваливалась инфраструктура, и к середине 2000-х метановых заправок осталось исчезающе мало, буквально по одной-две на Москву и Питер, а в регионах ситуация была еще хуже.

И вот в 2011 г. наше тогдашнее руководство вдруг вспомнило о том, что в нашей стране добывается самое большое количество природного газа в мире, и обратил внимание на то, что весь транспорт до сих пор ездит на продуктах нефтепереработки. А нефть в те времена стоила дорого (120 долл. США за баррель) и цены продолжали расти. Не медля ни секунды, было выдано распоряжение о приоритетности газового топлива для общественного, коммунального и муниципального транспорта. Но... было поздно. Красивые слова наткнулись на суровую реальность – перевозчики не хотели покупать машины с двигателями на природном газе, а муниципалитеты не спешили строить газовые заправки, мотивируя это тем, что там некому будет заправляться – обычный заколдованный круг либеральной модели экономики – та самая "невидимая рука рынка" перекрыла газ.

Это действительно полноценный седельный тягач, честно выдающий заявленные 340 л.с. и 1600 Нм

Сам тест-драйв

Забираемся в кабину по трем ступенькам и... ничего не говорит о том, что вы находитесь в метановом грузовике. Те же кресла и руль с гигантскими диапазонами регулировок, та же панель приборов, тот же высочайший комфорт для водителя, и великолепная обзорность, и... Стоп, а вот механическая коробка – это неожиданность, понятно, что наши перевозчики пока предпочитают механику, но и здесь без приятных излишеств не обошлось: свое место занял фир-

менный сканиевский ретардер, позволяющий практически не пользоваться штатной тормозной системой.

Поворот ключа и двигатель запускается. Теоретически, он должен работать мягче дизельной версии, и это действительно так, хотя разница не настолько велика, чтобы можно было назвать ее критической. Думаю, если сюда посадить обычного водителя, не предупредив, что это газовая машина, то разницу он не заметит. Включаем первую передачу из 12 возможных и трогаемся с места, просто аккуратно отпуская сцепление. Чуть добавляем "газу", вторая–третья–четвертая... Нормальный, вполне динамичный разгон. Это действительно полноценный седельный тягач, честно выдающий заявленные 340 л.с. и 1600 Нм! Столько же, сколько и дизельный тягач Scania G340.

Как это получилось?

Все дело в конструкции двигателя. Девятилитровая рядная турбонаддувная "шестерка" (Scania OC09) конвертирована из дизельной версии, ей добавили свечи зажигания, а вот степень сжатия понизили совсем немного до 14:1. Дело в том, что при сгорании метана нет детонации – он не воспламеняется от сжатия, как бензин или дизельное топливо. Поэтому, даже если двигатель работает по циклу Отто (как большинство бензиновых моторов), то можно поднять мощность высокой степенью сжатия, а турбонаддув обеспечит большее количество воздуха. На выходе имеем высокую мощность без уменьшения ресурса, так что с мощностью все нормально, как и с качеством ГБО.

А что с запасом хода? С запасом хода дело обстоит не так радужно, как хотелось бы. Расход топлива составляет от 21 до 35 м^3, в зависимости от загрузки и условий движения – если условно приравнять 1 м^3 метана к 1 л дизельного топлива, то расход будет чуть выше, чем у дизельной версии. И в восьми емкостях по 105 л, куда метан закачивается под давлением 200 атм., хватает топлива на 400–600 км. Разумеется, что для магистрального тягача это немного. И это единственный минус. Однако есть и огромный плюс, заставляющий потенциальных хозяев метановой Scania на чем свет поносить правительство, развалившее инфраструктуру метановых заправок. А именно цена метана – 16 руб. за м^3! То есть расходы на топливо уменьшаются вдвое!

Пути решения

Потенциальные перевозчики, прежде чем покупать метановую машину, тщательно продумывают логистику перевозок и в ключевых местах заранее выставляют передвижные заправочные емкости. Это один из вариантов решения проблемы, и он экономически оправдан, при наличии большого потока на этом направлении.

Второй вариант, это программа, к которой уже подключился "Газпром", – построение новой, полноценной сети метановых заправок. Сначала на ключевых направлениях и в городах, а несколько позже и по всей стране.

Так, что у нас в стране будущее точно принадлежит транспорту на метане. Он вдвое дешевле бензина, на нем двигатель работает в менее напряженных режимах, т.е. реально увеличивается пробег до капитального ремонта. Ну, и то, что беспокоит всех – без дополнительного оборудования, катализаторов и впрыска мочевины метановые двигатели Scania OC09 выполняют нормы выбросов "Евро-6".

Ну, и самое главное. В отличие дорогих водородных технологий, метановые Scania G340 уже колесят по нашим дорогам, и вы их можете заказать за вполне разумные деньги, при этом взять их в лизинг и нормально эксплуатировать.

РАЛЛИ-РЕЙД "ВЕЛИКАЯ СТЕПЬ – ДОН 2016"

Л.С. Арнаутова, по материалам НП РОСРР

Экипаж команды G-Energy Rally Team Владимир Васильев и Константин Жильцов выиграли третий этап чемпионата России по ралли-рейдам, который состоялся 10–12 июня в Волгограде.

На старт гонки вышли участники нескольких серий, которые проводились единовременно: ралли-рейд "Великая степь – Дон 2016" объединил в себе несколько этапов серий любителей и профессионалов езды по бездорожью.

Испытать себя и технику на прочность, провести боевую тренировку перед предстоящими масштабными соревнованиями и продолжить борьбу за победу в своих сериях прибыли участники 3-го этапа чемпионата России по ралли-рейдам, 2-го этапа Кубка России по ралли-рейдам и 2-го этапа чемпионата и Кубка России по кросс-кантри ралли.

Составителем дорожной книги стал комиссар по маршруту – Сергей Таланцев, который готовил трассу не только для Волгограда, но и для маршрута ралли-марафона "Шелковый путь".

По итогам соревнования спортсмены в голос хвалили дорожную книгу, восторгались маршрутом и ловушками, делились впечатлениями – Сергей Таланцев не только создал интересную трассу, но и добавил хитрых головоломок, которые особенно оценили как опытные покорители пустынь мирового уровня, так и начинающие участники национальной кубковой серии.

Многие спортсмены расценивали гонку как тренировку перед главным автоспортивным событием года – ралли-марафоном "Шелковый путь 2016", маршрут которого проложен из Москвы в Пекин. Сложная трасса и серьезный километраж (более 10 000 км) требуют высокого уровня ответственности к подготовке. Организаторы ралли-рейда "Великая степь – Дон 2016", понимая масштабность марафона, пошли навстречу спортсменам: подготовили такую трассу, которая максимально позволила проверить и настройки автомобиля, и собственные навыки пилотирования и навигации в сложных условиях бездорожья, движения курсом "horse-piste" и штурмовки песчаных дюн и барханов.

Экипаж команды G-Energy Rally Team – Владимир Васильев и Константин Жильцов на финише ралли

Перед гонкой Сергей Таланцев говорил, что волгоградская гонка станет гонкой штурманов, но довести автомобиль до подиума позволит не только интуиция, но и выбранный курс в сочетании с высокими скоростными навыками пилотов.

Второй день для участников ралли-рейда "Великая степь – Дон 2016" оказался насыщенным: с утра спортсмены вышли на трассу штурмовать пески массива Песковатка через заросшие степной травой дорожки, петляющие мимо жилых поселков. Экипажи всех зачетных категорий нахватались впечатлений: у кого-то были проблемы с навигацией, у кого-то с техникой, кто-то пробивал колеса, кто-то застревал в ямах и песках. На финише участники обсуждали особенности прохождения самых коварных мест и делились радостными эмоциями: преодолеть эту трассу – уже считается веселым приключением, а если удалось выполнить все поставленные задачи, то положительным эмоциям нет предела.

По итогам дня и гонки абсолютным победителем и лидером категории Т1 на 3-м этапе чемпионата России стал экипаж команды G-Energy Rally Team – Владимир Васильев и Константин Жильцов. Опытные спортсмены с нескрываемым удовольствием проехали по Арчединско-Донским пескам и массиву Песковатки. Несмотря на то, что

Владимир Васильев и Константин Жильцов с нескрываемым удовольствием проехали по Арчединско-Донским пескам и массиву Песковатки

второй этап принес экипажу такие сюрпризы, как потерю колеса, спортсмены провели отличную тренировку.

Владимир Васильев: "Отличная легенда, где все написано корректно! Если в Астрахани пишут сложную навигацию, а она не бьется, то тут сложная и нужно точки искать, но она вся бьется. Если едешь по книжке, то приезжаешь четко. Сегодня было сложно. Для пилотирования и навигации – мы отработали все, что могли! Молодцы ребята, что не отменили и не погубили эту гонку, что нашли время ее провести и сделали ее качественно! Особенная благодарность Сергею Таланцеву – он всех заставил поработать!"

К сожалению, в Волгограде не принимала участие команда "КАМАЗ-мастер". Зачет грузовиков представлял лишь экипаж команды "ГАЗ Рейд Спорт" Михаил Шкляев/Александр Лагута

Второе место в "абсолюте" и в классе Т1 отвоевал один из быстрейших экипажей команды NGRT – Андрей Рудской и Евгений Загороднюк. Кроме того, спортсмены принимали участие в кубковой серии и стали ее победителями в абсолютном зачете. Экипаж тестировал новый автомобиль, построенный в Петербурге для участия в предстоящей июльской гонке из Москвы в Пекин и дальнейшей борьбы за титул чемпиона в России.

Борис Гадасин, успешный и многоопытный спортсмен, посвятил эту гонку тренировке перед этапом Кубка Мира по ралли-рейдам, который буквально через неделю состоится в Италии. Несмотря на трудности с приборами навигации, которые в его авто отказали накануне, Гадасин продолжил гонку и в итоге остался доволен своей тренировкой, несмотря на то, что совершил ошибку в песках, и поведением свежепостроенного автомобиля своей команды.

Борис Гадасин (пилот № 101, G-Force Proto NL+): "Сегодня все было хорошо, кроме последних 10 км, когда я повторил подвиг Насера Аль-Аттии 2012 г. на "Дакаре": он тогда стал разворачиваться в сложном месте и засел между двумя промоинами, ну вот и я так же сегодня, полчаса на этом потеряли. С приборами все было отлично: с ними значительно лучше, чем без них. С пятью часами пенализации мы сегодня шли уже в конкретном тренировочном режиме, но и в этом есть свой плюс – не нужно ставить машину в закрытый парк, можно сразу вручить ее механикам. Механикам работы мы привезли немного, все было хорошо, кроме моих "перлов", больше ничего страшного. Как руководитель команды я очень доволен результатом Андрея Рудского и его машиной, которая впервые вышла на трассу".

Владимир Фролов стал третьим в классе, он планирует выйти на старт марафона "Шелковый путь" в зачете чемпионата России. По итогам гонки он порадовался удачно найденным настройкам автомобиля: подвеска позволяла легко преодолевать прыжки, ямы и подбросы, скорость и надежность позволили местами держаться лидером гонки.

Участникам зачетной категории Т2 спортсмены "старшего" класса пророчили большие сложности в процессе преодоления трассы, но экипажи на серийных автомобилях категории "Продакшн" с дистанцией справились неплохо, правда, по итогу на

призовой подиум чемпионата России смогли подняться только два экипажа в классе.

Первое место – у легендарного Александра Терентьева, действующего чемпиона России в этой зачетной категории, на финише Александр оказался немногословен, сказав всего три слова – "Мне все понравилось!"

Второе время показали новички, пришедшие в ралли-рейды из трофи, экипаж Константин Иванов/Александр Горьков. Как сообщил штурман, накопленный опыт ориентирования и навигации в трофи-рейдах теперь помогает им и в ралли-рейдах, а пилот в свою очередь поделился, что было тяжело, но штурман отработал отлично.

Константин Иванов (пилот № 207, Toyota LC 200): "Спецучасток прошел тяжело: пески сложные, так что плутали. Потом еще и колесо пробили: заехали в дюну неправильно, машина на бок свалилась, заднее колесо разбортировалось. Эта трасса для зачета "Продакшн" очень хорошая, интересная и скоростная, и участки разнообразные – нам понравилась. Дальше поедем на "Шелковый путь" в рамках этапа чемпионата России, в Китай не поедем".

Категория Т3, представленная в основном автомобилями SSV, имеет свои особенности – в большинстве автомобилей нет лобового стекла: экипажи, которые должны были бы по логике вещей наглотаться пыли на песчаной гонке, приезжали мокрыми и грязными – оказалось, что в перелесках есть лужи и грязевые участки. Самым упорным оказался экипаж не братьев и даже не родственников: Калинины Сергей и Дмитрий уверено обошли своих конкурентов в дебютной гонке, преодолев все трудности трассы и дорожной книги. Неудивительно, ведь Сергей – чемпион страны, а Дмитрий четырехкратный чемпион России по трофи-рейдам.

В категории "Рейд-спорт" автомобили не такие мощные, как в Т1 и Т2, здесь спортсменам пришлось потрудиться. Лидером зачета стал интернациональный экипаж – Алдиса Вилцанса из Латвии и Андрея Рудницкого из Белоруссии. Перед стартом пилот говорил, что в преддверии марафона "Шелковый путь" в их задачу на волгоградскую гонку входило аккуратно проехать и сохранить в целости автомобиль.

Алдис Вилцанс (пилот № 215, Mitsubishi L200): "Эта гонка по большому счету очень похожа на астраханскую, последний день очень быстрый, но это хорошо. Думать всегда надо, человек для того и создан, чтоб хоть чуть-чуть думать, а ехать нужно по любой трассе. А если думать о том, что же там будет – легко или трудно, то я скажу – везде трудно. Легких гонок не бывает".

В категории "Рейд-спорт" автомобили не такие мощные, как в Т1 и Т2, здесь спортсменам пришлось потрудиться. Лидером зачета стал интернациональный экипаж – Алдиса Вилцанса из Латвии и Андрея Рудницкого из Белоруссии

В зачете "Мото", участники которого боролись за призы в двух сериях – на объединенном втором этапе Кубка и чемпионата по кросс-кантри ралли, кипели страсти: технические проблемы, сложная трасса, проколы колес и травмы – все было на ралли-рейде "Великая степь – Дон 2016".

По итогам 2-го этапа чемпионата России по кросс-кантри ралли в классе кросс-кантри ралли 450 победу одержал Михаил Лапшин, команда Enot Racing. Михаил прошел СУ3 за 4 ч 26 мин, обогнав даже некоторых участников автозачета. К сожалению, Иван Ли, основной соперник Михаила, снова получил травму на непростой волгоградской трассе, но стал вторым в итоговой классификации. Третье место на призовом подиуме занял опытный гонщик Игорь Семенюк. Андрей Горожанкин, один из претендентов на призовые места, проколол колесо на старте третьего СУ, и в число призеров не вошел. Такова спортивная удача! В классе эндуро квадроциклов в напряженной борьбе с волгоградскими песками победил Вячеслав Вицюк, Александр Максимов, гонщик из Йошкар-Олы, стал вторым. В Кубке России в дружеском противостоянии молодых гонщиков победу одержал Поперечный Станислав, другой московский гонщик Алексей Четвертаков стал вторым.

Советские машины на альтернативном топливе

С.В. Канунников, фото из архива автора

Может ли представить себе современный водитель, что каждые 100 км нужно скармливать автомобилю минимум полсотни килограммов древесных чурок (а сначала дрова надо напилить и наколоть), каждые 150 км спускать конденсат, через каждые 200 км чистить охладитель? А ведь газогенераторные автомобили выпускали серийно, причем до 1958 г.! А еще раньше такие машины ездили в длинные испытательные пробеги, скажем, от Москвы до Омска.

Вообще-то в 1930–1940 гг. автомобили с газогенераторами делали многие зарубежные фирмы. А уж во время Второй мировой, когда в европейских странах был острый дефицит бензина, газогенераторы ставили даже на легковые "Мерседесы". В СССР же до разработки месторождений в Западной Сибири нефть добывали только в Баку и Грозном. Зато леса у нас, как известно, – завались.

Работы над газогенераторными установками в московском институте НАТИ начали еще в первой половине 1930-х, едва появились серийные советские ГАЗы и ЗИСы. Казалось, что устройство не так уж сложно. Древесные чурки или уголь, сгорая, выделяют газ, который перемещается в камеру сгорания обычного двигателя. Правда, не совсем обычного, а с увеличенной степенью сжатия. А так – руби дрова и езди!

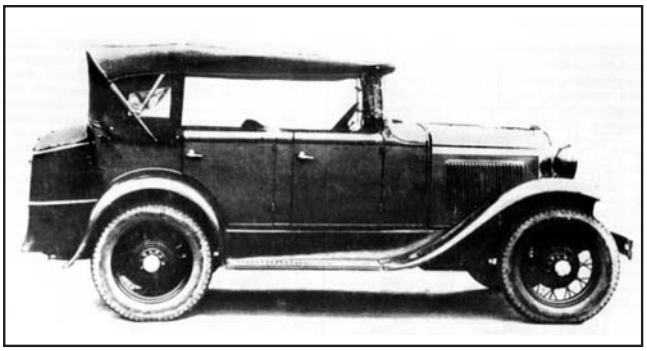
Первый газогенераторный легковой автомобиль по имени НАТИ-А "Автодор" (общественная организация, продвигавшая автомобилизацию СССР, помогала в финансировании проекта) сделали в 1935 г. Отцом газогенераторного ГАЗ-А стал Александр Пельтцер – талантливый конструктор, в будущем – создатель рекордных автомобилей "Звезда" и, к слову, брат знаменитой актрисы Татьяны Пельтцер. Компактная газогенераторная установка стояла на том месте, где у легкового автомобиля обычно бывает багажник. Степень сжатия мотора подняли с 4,2 до 6,29.

Как было принято в то время, автомобиль в октябре 1935-го отправили в пробег Москва–Киев–Москва. "Газик" развивал максимум 60–70 км/ч. Бункера с дровами на 60 кг хватало примерно на 150 км.

Пельтцер неустанно совершенствовал свой газогенератор. В 1938-м А. Пельтцер, А. Понизовкин и И. Титов на газогенераторной "Эмке" ГАЗ-ГМ-1 проехали 5000 км со средней скоростью около 61 км/ч (максималка составляла всего 67 км/ч – почти на 40 км/ч меньше, чем у стандартного ГАЗ-М1). Это был, вроде бы, даже мировой рекорд. Но тогда СССР ни в какие международные федерации не входил.

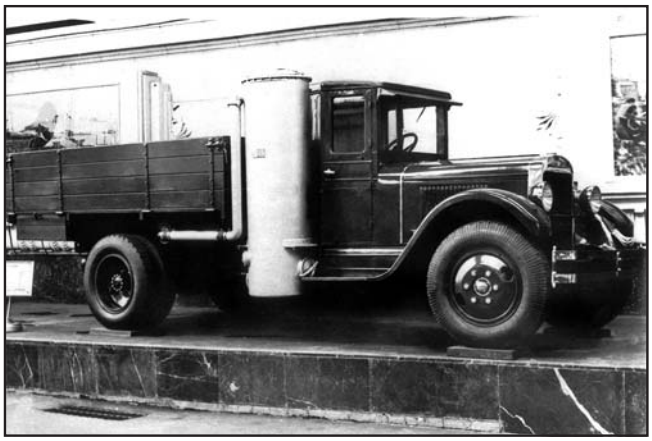
Хотя в НАТИ и создали еще один прототип на базе "Эмки", плюс несколько газогенераторных легковых автомобилей собрали в Горьком, в серию они не пошли. В отличие от грузовиков.

Им древесные чурки подходили куда больше. Тем более, машинам, работающим на лесозаготов-



Первый советский газогенераторный автомобиль ГАЗ-А "Автодор" построили в 1935 г.

Один из прототипов газогенераторного грузовика на удлиненном шасси ЗИС



Нарядный газогенераторный ЗИС-13 с хромированной отделкой демонстрировали на ВСХВ (позднее – ВДНХ) среди иных достижений советского автопрома

Пробовали делать и газогенераторные автобусы. К довоенному ЗИС-16 установку приторочили сзади. Позднее газогенератор пытались встроить и в вагонный кузов экспериментального ЗИС-17

ках. Инженеры НАТИ постоянно расширяли и совершенствовали ряд модификаций газогенераторных установок. Угольные оказались более сложными и менее эффективными, чем древесные, поэтому основной упор делали на последние. Уже в 1936 г. в серию пустили 45-сильный ЗИС-13 на удлиненном шасси. С 1939 г. делали модернизированный вариант ЗИС-21А. Эти машины выпускали в довольно приличных масштабах (всего изготовили более 18 000 экземпляров), а вот тираж ЗИС-31 с установкой на угле составил 45 ед. Горьковский автозавод тоже выпустил около 33 000 грузовиков с 30-сильными двигателями. Такие машины упрощенной конструкции производили и во время войны. А Уральский завод продолжал собирать газогенераторные ЗИСы вплоть до 1958 г.! Вероятно, это был последний серийный газогенераторный автомобиль в мире.

Дави на газ

Еще одной альтернативой бензину был сжатый или сжиженный газ. Началось все тоже в 1930-х. Важным достоинством таких машин было то, что мощность двигателя, по сравнению с бензиновыми аналогами, почти не снижалась. В 1938 г. в Горьком построили ГАЗ-СГ44. Однако в серию такая "Эмка" не пошла. Слишком много возникало проблем. Нужно было, скажем, производить баллоны высокого давления, а потом их где-то регулярно заправлять. Да и пожаробезопасность вызывала вопросы.

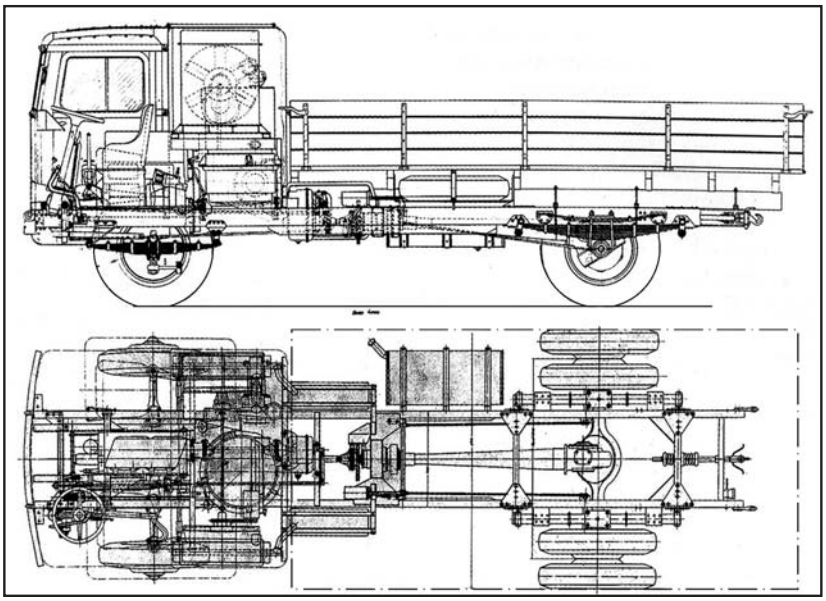
Тем не менее, производство газовых грузовиков на базе полуторок все же начали. ГАЗ-44 работал на сжатом газе, а ГАЗ-45 – на сжиженном. Но в сумме таких машин построили всего-то 130.

Но с 1953 г. оба главных грузовых завода начали действительно серийное производство газовых машин. В столице делали ЗИС-156А грузоподъемностью 3500 кг. Двигатель на бензине развивал 90 л.с., а на сжиженном газе – 85 л.с. Аналогичные версии выпускал и ГАЗ. Помимо бортовых грузовиков ГАЗ-51Ж, 51ЖУ и тягача 51ПЖ с двигателем, работающим на сжиженном газе, делали и версию 51Б – для сжатого газа. Газовые грузовики в СССР производили вплоть до 1990 г. Но ареал их обитания ограничивался, обычно, большими городами, где существовали соответствующие заправки.

Интерес к легковым газовым автомобилям у частников возрастал, понятно, с очередным подорожанием бензина. Апогей пришелся на первую половину 1990-х, когда ценники меняли чуть не каждый день. Многие тогда пристроили газовое оборудование на всевозможные "Жигули". Ведь советская промышленность подобных модификаций не предлагала. Правда, ГАЗ выпускал небольшое количество газовых "Волг", но шли они только в такси и, кстати, у профессионалов большой любовью не пользовались.

Кислород и водород

Первый в мире самодвижущийся экипаж француза Кюньо был, как известно, паровым (правда,



Компоновочная схема парового грузовика на 6000 кг НАМИ-012

Внешне НАМИ-012 с бескапотной кабиной, объединенной с паровой машиной в единый модуль, выглядел вполне современно

могла ли вообще двигаться эта машина, неизвестно – подробнее в материале "За сотню лет до Бенца. История самого первого автомобиля"). Естественно, это направление довольно долго продвигали создатели автомобилей. К слову, в США и Западной Европе паромобили делали и в 1920-х, хотя и в небольших количествах.

В 1938-м для НАТИ закупили английский паровой грузовик Sentinel. Он произвел на инженеров автотракторного института благоприятное впечатление. И в 1939 г. родился проект МП-28 с паровой машиной мощностью 120–140 л.с. на шасси грузовика ЯГ-6. Перед войной до прототипа дело не дошло. Зато после нее работой заинтересовался не кто-нибудь, а МВД. Компетентным органам понравилась идея машины, которую можно было использовать на лесозаготовках, где массово работали заключенные.

Прототип НАМИ-012 с оригинальной бескапотной кабиной, объединенной с отсеком для паровой машины, работал на так называемых "швырках" – дровах длиной до полуметра. Паровая машина развивала 100 л.с. при 1250 об/мин. Максимальная скорость бортового грузовика, показанная на испытаниях, – лишь 42 км/ч, но грузоподъемность, по тем временам, вполне солидная – 6000 кг. В 1949 г. построили еще два прототипа – второй бортовой и лесовоз. По результатам испытаний запас хода паровика оказался всего-то 75–100 км. Правда, для работы в лесу – не так уж мало. Но расход дров составлял около 400 (!) кг на 100 км. А еще машина с перегруженным передком безнадежно вязла в грязи.

Сделали полноприводный вариант НАТИ-018. Но паромобиль, увы, по большинству параметров уступал новым советским послевоенным грузовикам ЗИС-150 и тем более дизельному МАЗ-200. Пусть дрова дешевле бензина и даже солярки. Но ведь их надо напилить, а еще залить в котел 200 л воды. Все это укладывалось лишь в концепцию бесплатного труда заключенных. Да и времени на раскочегаривание паромобиля уходило немало.

Через несколько лет инженеры увлеклись газовой турбиной. Занимались такими машинами и в Великобритании, и в США. Американцы даже пытались запустить двухдверный Chrysler в серийное производство.

У нас турбиной оснастили автобус ЗИС-127, превратившийся в экспериментальный НАМИ-053. В нем было всего десять сидений и куча измерительной аппаратуры. Машина массой 13 000 кг развивала... 160 км/ч. Турбина выдала огромную по тем временам мощность – 360 л.с.! Но уж эта штука серийной стать не могла ни под каким видом. Впрочем, такого сценария никто и не разрабатывал...

"ГАЗПРОМНЕФТЬ – СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ" И БЕЛАЗ ПОДПИСАЛИ МЕМОРАНДУМ О СТРАТЕГИЧЕСКОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Компания "Газпромнефть – смазочные материалы" и один из крупнейших мировых производителей карьерных самосвалов ОАО "БЕЛАЗ" – управляющая компания холдинга "БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ" – подписали меморандум о стратегическом сотрудничестве.

БЕЛАЗ является одним из крупнейших мировых производителей карьерных самосвалов

Ключевые направления совместной работы, предусмотренные соглашением: поставки смазочных материалов в дилерскую сеть БЕЛАЗ, научно-техническое сотрудничество, разработка новых смазочных материалов с учетом тяжелых условий эксплуатации техники БЕЛАЗ. В 2016 г. стороны намерены начать производство и продажи масел BELAZ G-Profi.

"Совместно с БЕЛАЗом мы планируем масштабную исследовательскую работу, результатом которой станут новые смазочные материалы BELAZ G-Profi, предназначенные для обслуживания техники БЕЛАЗ в различных странах мира, – говорит генеральный директор компании "Газпромнефть – смазочные материалы" Александр Трухан. – Уверен, что сильная научная база нашей компании, современные производственные мощности и индивидуальный подход в предоставлении технической поддержки позволят нам выстроить долгосрочное взаимовыгодное партнерство".

"БЕЛАЗ является одним из крупнейших мировых производителей карьерных самосвалов, а также другого тяжелого транспортного оборудования для горно-добывающей отрасли, – отмечает заместитель директора Маркетинг-центра по техническому сервису БЕЛАЗа Сергей Лесин. – Обеспечение надежной работы узлов и агрегатов техники БЕЛАЗ – это чрезвычайно важная задача производителя, которая в значительной степени зависит от качества применяемых смазочных материалов".

Новая модель спецтехники "Урал NEXT" для строительной отрасли

Автомобильный завод "Урал" "Группы ГАЗ" показал на XVII Международной специализированной выставке "Строительная техника и технологии-2016" новые автомобили "Урал NEXT" для строительной отрасли, в частности, газомоторный грузопассажирский автомобиль. Выставка проходила с 31 мая по 4 июня в Международном выставочном центре "Крокус Экспо" в Москве.

Грузопассажирский автомобиль "Урал NEXT" (6×6) с гидроманипуляторной установкой оснащен новым газовым двигателем ЯМЗ-536. Газовые баллоны установлены в двух кассетах – за кабиной и на левом лонжероне рамы. Объем баллонов позволяет заправить 250 м^3 природного газа при давлении 200 атм. Применение газового двигателя обеспечивает высокие экономические и экологические показатели автомобиля, снижение затрат на топливо относительно дизельного аналога составляет 50–60 %. Автомобиль "Урал NEXT" предназначен для перевозки бригад и грузов к месту работ. Благодаря наличию гидроманипуляторной установки и откидывающихся бортов платформы обеспечивается удобство погрузки и перевозки грузов. Пассажирский модуль оборудован двумя трехместными сиденьями, столиком и ящиком для хранения инструмента.

"Урал NEXT" оснащен газовым двигателем ЯМЗ-536

Данная модель "Урал NEXT", как и все автомобили семейства "Урал", способна работать в условиях полного бездорожья, а также в тяжелых климатических условиях. Внедорожники "Урал NEXT" являются удобной базой для размещения различных видов специальной техники. Высокая эффективность в эксплуатации, функциональность, надежность и ремонтопригодность обеспечивают широкую применяемость автомобилей в различных отраслях народного хозяйства, включая строительную отрасль.

"Газпромнефть – смазочные материалы" начала поставки масел в Казахстан

Компания "Газпромнефть – смазочные материалы" подписала соглашение о поставках продукции в адрес ТОО "Корпорация Казахмыс" – лидера горно-рудной и металлургической промышленности Казахстана.

Согласно достигнутым договоренностям в первом полугодии 2016 г. компания "Газпромнефть – смазочные материалы" поставит "Корпорации Казахмыс" 840 т премиальной продукции.

Заключению соглашения предшествовали испытания моторных масел и технических жидкостей под брендами G-Energy и "Газпромнефть" (Gazpromneft), проходившие на шахте 73/75 Восточно-Жезказганского рудника Горно-производственного комплекса, принадлежащего "Корпорация Казахмыс".

Тесты, суммарной продолжительностью 1000 моточасов, проводились на шахтных самосвалах TORO-50 Plus компании Sandvik и погрузчиках Caterpillar 980H. Смазочные материалы и технические жидкости показали отличные результаты работы в двигателях внутреннего сгорания, гидромеханических коробках передач, гидравлических и тормозных системах, ведущих мостах.