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

№ 5 (110) 2016 г. Издается с января 2002 г. Периодичность – ежемесячно

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКА

Марков В.А., Бебенин Е.В.
Использование природного газа в качестве моторного топлива для автотранспорта и сельскохозяйственных машин 3
Показаны преимущества использования природного газа в качестве моторного топлива. Проведен анализ проблем, возникающих при адаптации дизельных двигателей к работе на природном газе. Представлен метод повышения эффективности заправки транспортного средства газомоторным топливом.

Лиханов В.А., Анфилатов А.А.
Влияние метанола на его экологические параметры дизеля с воздушным охлаждением 11
Приводятся результаты расчетно-экспериментального исследования показателей дизеля 2Ч 10,5/12 при его работе на дизельном и двойном (дизельное топливо + метанол) топливе.

Марков В.А., Акимов В.С., Шумовский В.А.
Водотопливные эмульсии как топлива для дизелей 14
Рассмотрена возможность использования водотопливных эмульсий в качестве топлива для дизелей. Приведена конструкция эмульгирующего устройства, используемого для получения водотопливной эмульсии. Проведен анализ физико-химических свойств исследуемых водотопливных эмульсий. Представлены результаты экспериментальных исследований дизеля Д-245.12С, работающего на дизельном топливе и водотопливных эмульсиях различного состава. Проведены расчетные исследования процесса топливоподачи дизеля, работающего на водотопливной эмульсии.

Гаваев А.С., Чайников Д.А., Ярков С.А.
Оценка влияния отрицательных температур окружающего воздуха на изменение выбросов вредных веществ с отработавшими газами газобаллонных автомобилей 23
В работе представлены стендовые результаты исследований по выявлению зависимости влияния отрицательных температур окружающего воздуха на выбросы вредных веществ с отработавшими газами у газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе и бензине.

Кочетов Д.А., Кравцов Д.В., Кравцова Е.В.
Современные системы магнитного подвеса для роторных машин 29
Авторы статьи излагают современные тенденции развития систем магнитного подвеса (СМП), которые становятся понятны из доступной литературы и других источников, а также обосновывают свой взгляд на каждый упомянутый пункт.

Шахвердиева А.Ф., Наджафова М.А., Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф., Джафарова Р.А., Абдуллаева Ю.А., Мамедов А.П.
Фракции Абшеронской нефти и перспективы их использования 36
Методами ИК-, УФ-, ЭПР-спектроскопии изучены физико-химические свойства, структурно-групповой состав и парамагнетизм 50-градусных фракций абшеронской нефти. Обсуждаются перспективы применения полициклических ароматических углеводородов, выделенных из фракции при 500 °С, в качестве фотосенсибилизаторов разложения органических соединений, аккумуляторов световой энергии и др. Методом термохемилюминесценции установлена биологическая активность данной нефти.

ИНФОРМАЦИЯ

Савченко А.С.
Развитие рынка газомоторного топлива 40

Фролов А.А.
Удвоение за пять лет 42
Все в одном на "Шелковом пути" 46

Доев Д.В.
Своевременные техническое обслуживание и ремонт 51
В России выпущены первые Ford Focus LPG 52
Совет директоров "Газпрома" утвердил перечень мероприятий по увеличению доли компании на мировом рынке 53
Volgabus укрепляет позиции на рынке газомоторных автобусов 53
"Газпромнефть–СМ" стала участником ассоциации производителей смазочных материалов ATIEL 54
Американские ученые получили метанол из воздуха 54
"Неделя водорода" в Великобритании 55
Уникальная система проверки подлинности продукции 56
Переходи на газ! 56

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 28.04.2016 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага мелованная.
Усл. печ. л. 6,86.
Отпечатано в ООО "Белый ветер", 115407, г. Москва, Нагатинская наб. д. 54, пом. 4

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

№ 5 (110) 2016 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

CONTENTS

SCIENCE

Markov V.A., Bebenin E.V.
Using Natural Gas as Motor Fuel for Auto Transport and for Agricultural Machines . . . 3
Advantages of using natural gas as motor fuel are shown. Analysis of problems occurring by adapting diesel engines functioning on natural gas is carried out. Method of improving efficiency of the fuelling of a motor vehicle with a gas fuel is presented.

Likhanov V.A., Anfilatov A.A.
Influence of methanol on its ecological parameters diesel with air cooling . . . 11
The results of numerical and experimental investigation of parameters diesel on its work on diesel and double (diesel fuel + methanol) fuel are presented.

Markov V.A., Akimov V.S., Shumovsky V.A.
Water emulsion as a fuel for diesel engines . . . 14
The possibility of using water-fuel emulsions as fuel for diesel engines. Describes an emulsifier used to form the water-fuel emulsions. The analysis of the physico-chemical properties of the studied water-fuel emulsions. The results of experimental studies of diesel D-245.12S running on diesel fuel and water-fuel emulsions of varying composition. Conducted computational studies of the process of diesel fuel, running on water-fuel emulsions.

Gavaev A.S., Chainikov D.A., Iarkov S.A.
Assessment of the negative ambient temperatures impact on the change of harmful substances emitted with exhaust gases of gas-cylinder vehicles . . . 23
The paper presents the results of bench research to identify the influence of low temperature operating conditions on the harmful substances emitted with exhaust gases for gas-cylinder vehicles fuelled with liquefied petroleum gas and gasoline.

Kochetov D.A., Kravzov D.V., Kravzova E.V.
Modern magnetic suspension systems for rotating machines . . . 29
The authors set out the modern tendencies of development of magnetic suspension systems (SMP), which become apparent from the available literature and other sources, as well as justify their opinion on each said item.

Shahverdiyeva A.F., Najafova M.A., Salmanova Ch.K., Akhmedbekova S.F., Jafarova R.A., Abdullayeva Yu.A., Mamedov A.P.
Fractions of Absheron oil and prospects for their use . . . 36
By the metods IR-, UF-, ESR-spektroskopy have been studied fisical-chemical, paramaqnetic properties, the structure-qroup composition fifty-deqree fraction Absheron oil. It has been established prospects of use polycyclic aromatic hydrocarbons, extraction from residue 500 °C by way of photosensitizers of compositions orqanic compounds,batteries of light energy and other. By the metods termochemiluminescence was found that this oil are biological activity.

INFORMATION

Savchenko A.S.
NGV fuel market development success . . . 40

Frolov A.A.
The doubling in five years . . . 42
All in one on the "Silk Road" . . . 46

Doev D.V.
Timely maintenance and repair . . . 51
In Russia issued the first Ford Focus LPG . . . 52
"Gazprom" Board of Directors approved the list of measures to increase the company's share in the global market . . . 53
Volgabus strengthens position in the NGV bus market . . . 53
"Gazpromneft–SM" has become a party to the association of manufacturers of lubricants ATIEL . . . 54
American scientists have received from the air methane . . . 54
Week Hydrogen in Great Britain . . . 55
The unique authentication system . . . 56
Pass on the gas! . . . 56

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 621.436

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

В.А. Марков, д-р техн. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;
Е.В. Бебенин, канд. техн. наук, СГАУ им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

Показаны преимущества использования природного газа в качестве моторного топлива. Проведен анализ проблем, возникающих при адаптации дизельных двигателей к работе на природном газе. Представлен метод повышения эффективности заправки транспортного средства газомоторным топливом.

Ключевые слова: дизельный двигатель; газодизельный двигатель; дизельное топливо; природный газ; метан; токсичность отработавших газов.

USING NATURAL GAS AS MOTOR FUEL FOR AUTO TRANSPORT AND FOR AGRICULTURAL MACHINES

Markov V.A., Bebenin E.V.

Advantages of using natural gas as motor fuel are shown. Analysis of problems occurring by adapting diesel engines functioning on natural gas is carried out. Method of improving efficiency of the fuelling of a motor vehicle with a gas fuel is presented.

Keywords: diesel engine, gas diesel engine, diesel fuel, natural gas, methane, exhausts gases toxicity.

Дальнейшее развитие автомобильного транспорта и сельскохозяйственных машин во многом определяется перспективами использования различных моторных топлив. Неизбежное истощение нефтяных месторождений и возможный уже в ближайшее время дефицит нефтепродуктов обусловливают настоятельную необходимость поиска сырьевых ресурсов для производства моторных топлив. При выборе сырьевой базы для производства моторных топлив необходимо учитывать целый ряд показателей и критериев, характеризующих эффективность производства и потребления этих топлив. Основными критериями потребительских качеств моторных топлив по-прежнему остаются их технико-экономические характеристики, включая стоимость производства того или иного вида альтернативного топлива, его энергетические и экологические характеристики. Существенную роль играет и запас сырьевых ресурсов для производства моторных топлив [1–3].

В последние десятилетия отечественная энергетика базировалась на трех основных энергоносителях – нефти, угле и природном газе. В настоящее время доля потребления нефти в общем энергопотреблении составляет более 45 %, природного газа – более 25 %, угля и сланцев – менее 25 %. На рис. 1 представлена диаграмма потребления полезных ископаемых и их запасов, на которой проведено сравнение доли энергетических ресурсов в настоящее время, в ближайшей и отдаленной перспективе [1]. Из этих диаграмм следует, что если по разведанным запасам лидирующее положение занимает каменный уголь, то по прогнозируемым запасам преимущество имеет природный газ.

Мировой объем потребления нефти значителен, однако ее разведанные и прогнозируемые запасы сравнительно невелики. Несмотря на непрекращающуюся разведку новых месторождений нефти, рост ее доказанных запасов весьма ограничен. В частности, на территории крупнейшего экс-

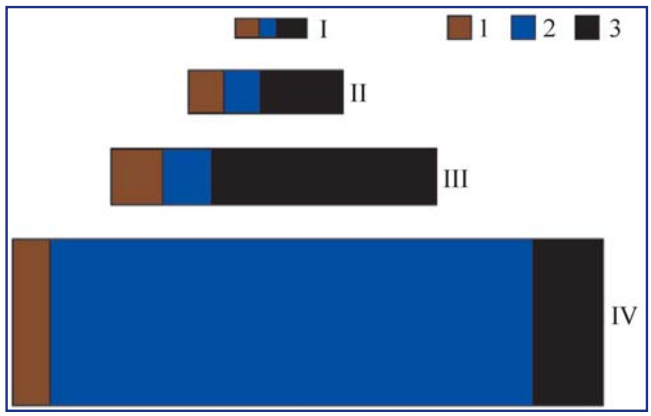


Рис. 1. *Диаграмма потребления и мировых запасов нефти (1), природного газа (2) и каменного угля (3):*
I – мировое потребление в начале XXI века; II – запасы разработанных месторождений; III – разведанные запасы; IV – прогнозируемые запасы (в единицах заключенной в них теплоты)

портера нефти – Саудовской Аравии (около 15 % мировой добычи нефти) доказанные нефтяные запасы за последние 25 лет практически неизменны (рис. 2). Это относится и к таким нефтедобывающим державам, как Ирак, Иран и др.

Прогнозы развития мирового топливно-энергетического комплекса свидетельствуют о том, что при современном уровне потребления энергоносителей разведанных рентабельных запасов нефти может хватить на 50–70 лет, а по более оптимистичным оценкам – от 70 до 150 лет. Но следует отметить неуклонный рост потребления нефти (рис. 3), связанный, в основном, с ростом мирового автомобильного парка. Мировой автопарк увеличился с 67 млн ед. в 1950 г. до 650 млн ед. в 2000 г. и до 785 млн ед. в 2008 г. Сегодня мировой парк приближается к 1 млрд автомобилей, и на его долю приходится почти половина всех вредных выбросов в атмосферу, а в крупных городах до 85–90 % (рис. 4). Транспорт (прежде всего – автомобильный) является основным потребителем нефтепродуктов – более 40 % всего объема добываемой на планете нефти перерабатывается в различные виды моторных топлив. Значительную долю моторных топлив потребляют и сельскохозяйственные машины.

Природный газ является одним из наиболее перспективных энергоносителей для транспортных средств и сельскохозяйственной техники. Мировая потребность в газе обеспечена на ближайшие 100 лет разведанными рентабельными запасами, составляющими около 150 трлн м^3 [4]. При этом среднегодовая мировая добыча природного газа равна примерно 2 трлн м^3. Россия обладает 45 % мировых запасов газа, и ее газовая промышленность продолжает динамично развиваться: в 1993 г. доля России в мировой добыче газа составляла 27 %. В 1995 г. объем его добычи составил 585 млрд м^3, а к 2010 г. превысил 720 млрд м^3. В последние годы ежегодный прирост добычи природного газа составил 2,8–3 % (рис. 4). При этом газодобывающий комплекс России продолжает оставаться наиболее динамично развивающейся отраслью, предопределяющей рост национальной экономики.

Одним из основных факторов, предопределяющих целесообразность использования того или иного вида топлива, являются все более ужесто-

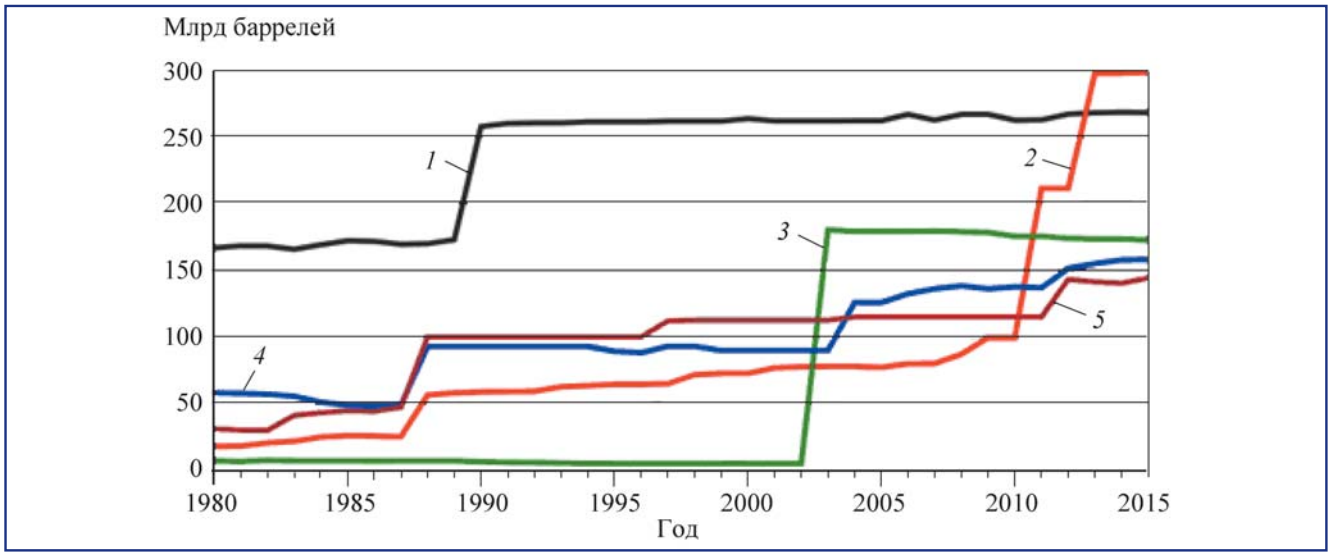


Рис. 2. *Динамика изменения доказанных нефтяных запасов ведущих стран – экспортеров нефти:*
1 – Саудовская Аравия; *2* – Венесуэла; *3* – Канада; *4* – Иран; *5* – Ирак

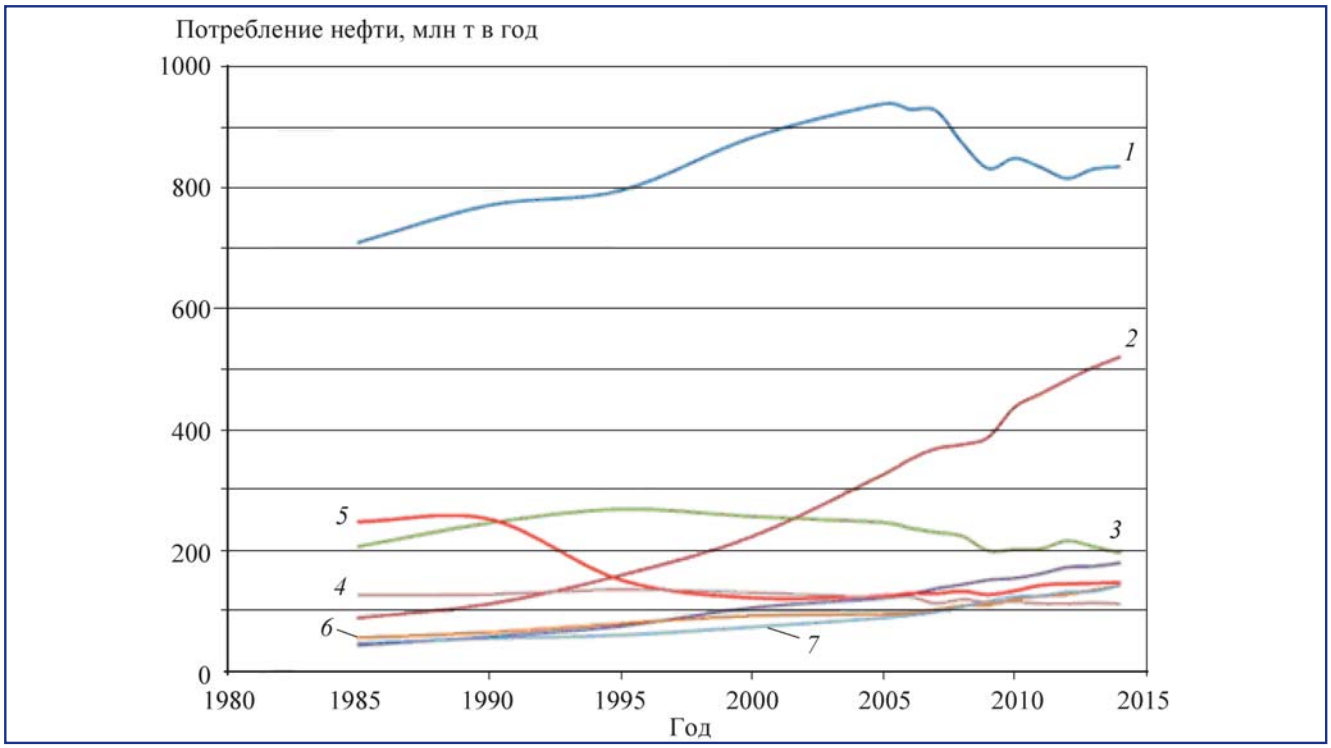


Рис. 3. *Динамика потребления нефти в ведущих странах – потребителях нефтепродуктов:*
1 – США; *2* – Китай; *3* – Япония; *4* – Индия; *5* – Россия; *6* – Бразилия; *7* – Саудовская Аравия

чающиеся требования к токсичности отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания [5–7]. Экологическая безопасность автотранспортных средств и сельскохозяйственной техники определяется уровнем концентраций в ОГ нормируемых токсичных компонентов – оксидов азота C_{NO_x}, монооксида углерода C_{CO}, легких несгоревших углеводородов C_{CH_x}, сажи C_C (или твердых частиц), а также оседающих на частичках сажи канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в первую очередь наиболее опасного из них – бенз(α)пирена (БП) $C_{20}H_{12}$. Использование в двигателях внутреннего сгорания традиционных нефтяных моторных топлив не всегда позволяет обеспечить требуемые экологические показатели транспортных средств [7]. Более экологически чистыми считаются газообразные моторные топлива. Причем эти топлива могут сжигаться как в бензиновых двигателях, конвертированных для работы на газе, так и в дизельных двигателях. Однако использование этих топлив в дизельных двигателях при высоких степенях сжатия и повышенных коэффициентах избытка воздуха более эффективно, чем в двигателях с принудительным воспламенением. К тому же дизельные двигатели считаются более экологически чистыми [7].

Возможность улучшения показателей токсичности ОГ при конвертировании дизельного двигателя в газодизельный двигатель является одним из факторов, способствующих более широкому использованию газомоторных топлив. При рассмотрении показателей токсичности ОГ необходимо отметить преимущества газодизельных двигателей перед традиционными дизелями. Используемые в дизельных двигателях газовые топлива – природный газ (метан – CH_4) и сжиженный нефтяной газ (пропан – C_3H_8 и его смеси с бутаном C_4H_{10}) при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии. Поэтому при работе дизеля на этих топливах отмечается существенное улучшение процесса смесеобразования, поскольку топливо (на-

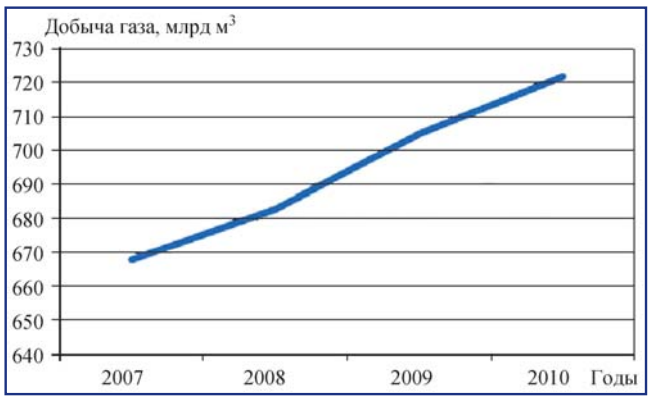


Рис. 4. *Динамика увеличения добычи природного газа в России*

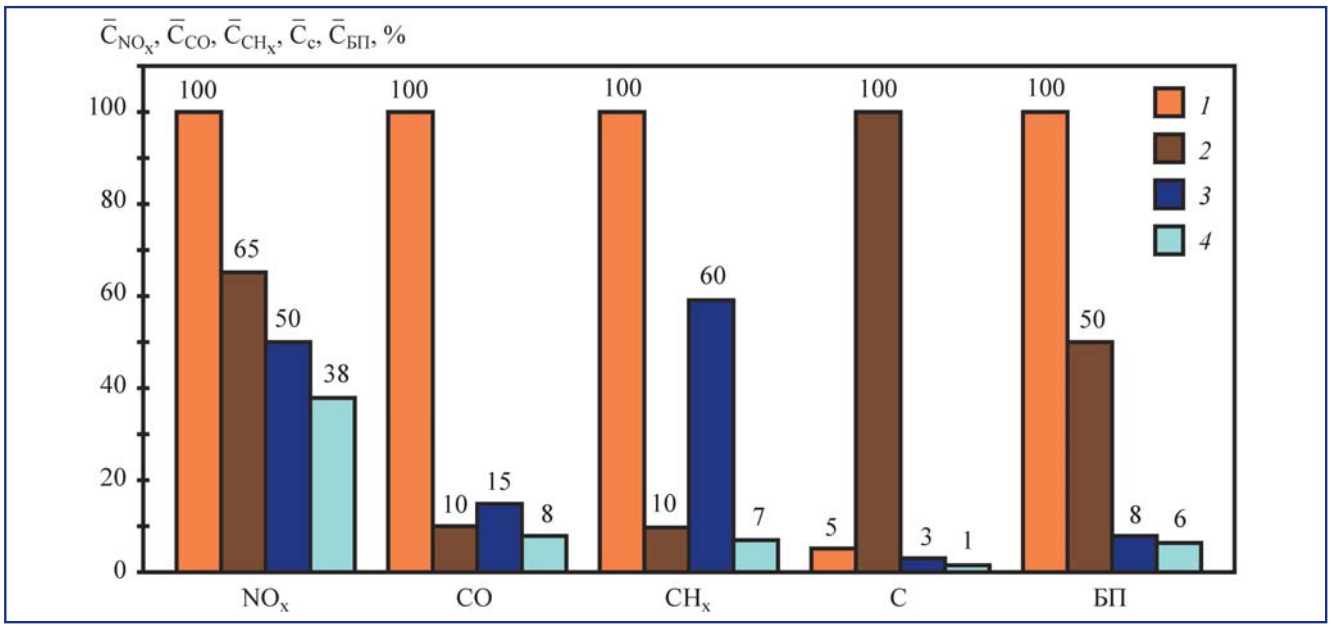


Рис. 5. *Относительное содержание токсичных компонентов в ОГ двигателей внутреннего сгорания на номинальном режиме (данные ООО "ВНИИГАЗ"), % (за 100 % приняты показатели бензиновых двигателей, по саже – дизеля, работающего на дизельном топливе):*
1 – бензин; *2* – дизельное топливо; *3* – пропан; *4* – природный газ

пример, природный газ) и окислитель (воздух) находятся в одном агрегатном состоянии. В результате топливовоздушная смесь оказывается гомогенной и наблюдается ее более полное сгорание по сравнению с дизельным топливом. Более равномерное распределение значений коэффициента избытка воздуха α по объему камеры сгорания сопровождается ликвидацией локальных зон с низким α и высокими температурами сгорания, являющихся основным источником образования оксидов азота NO_x. Это приводит к тому, что при сгорании указанных газовых топливах содержание NO_x в ОГ дизеля снижается в 2,0–2,5 раза (рис. 5) [8].

Поскольку газообразные топлива не содержат высокомолекулярных углеводородов, в том числе и ПАУ, способствующих образованию сажевых частиц в цилиндрах дизельных двигателей, при работе на этих топливах отмечается практически полное отсутствие дымности выхлопа. По этой же причине в ОГ двигателей, работающих на газовых топливах, отмечается очень незначительное содержание одного из наиболее токсичных ПАУ – канцерогенного бенз(α)пирена $C_{20}H_{12}$ (см. рис. 5). Содержание в ОГ дизельных двигателей, работающих на газовых топливах, монооксида углерода CO находится на уровне его концентрации в бензиновых двигателях. Выброс легких несгоревших углеводородов CH_x двигателя на природном газе также сопоставим с аналогичным показателем бензинового двигателя, и лишь использование сниженного нефтяного газа (пропан-бутана) приводит к заметному росту выброса CH_x с ОГ. Таким образом, с экологической точки зрения, природный газ (метан) и нефтяной газ (пропан-бутановые смеси) являются более чистыми моторными топливами по сравнению с традиционными моторными топливами – бензином и дизельным топливом (см. рис. 5). Это, в первую очередь, относится к выбросам сажи (C), бенз(α)пирена (БП) и оксидов азота (NO_x). При этом использование природного газа более предпочтительно по сравнению с пропан-бутановыми смесями, что обусловлено значительно более широкой сырьевой базой для получения моторного топлива. К тому же, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 15 января 1993 г. № 31, стоимость одного кубометра природного газа для автомобилей не должна превышать 50 % стоимости бензина А-76 (при примерно одинаковом энергосодержании этих количеств газового и жидкого топлив). Это постановление должно было сделать привлекательным использование природного газа в качестве моторного топлива для городского автотранспорта и сельскохозяйственной техники. Несмотря на указанные преимущества природного газа как моторного топлива его повсеместного использования не наблюдается. Это объясняется целым комплексом причин, тормозящих внедрение это-

го вида топлива на городском автотранспорте и в сельском хозяйстве.

Одной из проблем, возникающих при адаптации дизельных двигателей к работе на природном газе, является плохая воспламеняемость природного газа в условиях камеры сгорания двигателя. Так, если у нефтяного дизельного топлива по ГОСТ 305–82 температура самовоспламенения составляет $t_{св}$ = 250–280 °С (цетановое число ЦЧ = = 45–50 ед.), то у природного газа эти параметры равны соответственно $t_{св}$ = 500–650 °С и ЦЧ = = 3–5 ед. В связи с этим разработаны различные способы организации рабочего процесса двигателей, переводимых на газомоторное топливо. Разработаны чисто газовый рабочий процесс, газодизельный рабочий процесс и их разновидности [1, 4, 8]. Выбор организации этих процессов должен осуществляться с учетом размерности двигателя (его литража), степени его форсирования, конструктивных особенностей двигателя и его систем, ряда других факторов.

К серьезным проблемам, тормозящим внедрение газомоторного топлива на транспорте и в сельском хозяйстве, является большой вес газобаллонного оборудования, в первую очередь – баллонов с компримированным природным газом. Масса используемых в настоящее время стальных баллонов, в которых природный газ хранится под давлением 200–250 бар и которые обеспечивают пробег транспортного средства 100–200 км, достигает 30–40 % от общей массы транспортного средства. В этих условиях, соответственно, сокращается грузоподъемность транспортного средства, что приводит к снижению объемов перевозок грузов и нивелируется сниженная цена на природный газ.

Природный газ (метан) можно использовать в качестве моторного топлива как в сжатом (компримированном) виде, так и в сжиженном состоянии при низкой температуре (ниже –162 °С) и незначительном избыточном давлении. Применение сжиженного природного газа (СПГ) позволяет значительно повысить энергоемкость баллонов для его хранения, но применение СПГ осложнено рядом обстоятельств. Стоимость сжиженного метана выше, чем компримированного, а хранение более сложно: при обращении с жидкостью, имеющей температуру ниже –162 °С, требуются особые меры предосторожности. Кроме того, при хранении и транспортировке СПГ неизбежны потери вследствие испарения, достигающие в отдельных случаях 7,2–7,5 % в сутки [1]. Это не только приводит к потерям топлива, но и увеличивает пожаро- и взрывоопасность. Поэтому в настоящее время природный газ как газомоторное топливо находит применение, в первую очередь, в виде компримированного природного газа (КПГ).

Таблица 1

Мировой рынок природного газа в качестве моторного топлива по состоянию на ноябрь 2013 г.

Страна	Число АГНКС	Число ГБА	ГБА/АГНКС
КНР	5730	3 000 000	524
Пакистан	2997	2 790 000	931
Иран	2074	3 500 000	1688
Аргентина	1932	2 317 201	1199
Бразилия	1805	1 761 050	976
США	1438	250 000	174
Германия	915	96 349	105
Украина	324	388 000	1198
Россия	252	90 000	357
Всего в мире	25 348	19 631 166	774

Одной из основных причин, сдерживающей широкое применение природного газа как моторного топлива в нашей стране, является недостаточно развитая сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). По состоянию на ноябрь 2013 г. в России было всего 252 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (табл. 1) [9], что для России с ее обширной территорией явно недостаточно. При этом на одну АГНКС приходилось 357 газобаллонных автомобилей (ГБА), тогда как в Германии этот показатель был равен 105. Необходимо отметить, что существующая сеть АГНКС в настоящее время загружена не полностью, но малочисленность этой сети создает серьезные проблемы для широкого внедрения газомоторного топлива. В такой ситуации водителям приходится ездить на заправку газом за 30–40 км.

Предпринимаются попытки более широкого использования газомоторного топлива в сельскохозяйственном секторе экономики [10–12]. Однако проблема недостаточно развитой сети заправочных станций особенно остро стоит именно в сельской местности – сельскохозяйственную технику экономически невыгодно заправлять непосредственно на автоматических газонаполнительных компрессорных станциях. Одним из основных показателей, определяющих сферы эффективного использования газомоторного топлива, является холостой пробег на заправку. Исключить полно-

стью или частично влияние этого фактора и одновременно расширить зону действия АГНКС потенциально до 100 км, а также увеличить ее загрузку позволяет использование передвижных автомобильных газозаправщиков (ПАГЗ). Однако использование ПАГЗов не является достаточно эффективным в сельском хозяйстве, так как ПАГЗы не приспособлены к передвижению по грунтовым дорогам, как того требует заправка сельскохозяйственной техники.

Для повышения эффективности использования газомоторного топлива в сельском хозяйстве существует два основных пути, первый заключается в уменьшении расхода газообразного и дизельного топлива при выполнении различных операций, второй, в уменьшении времени и финансовых затрат на заправку топливом. Для решения вопроса по первому пути необходимо производить оснащение сельскохозяйственной техники более эффективными системами подачи газообразного топлива, некоторые схемы которых приведены в работах [1, 4, 8, 13]. Одной из таких систем является система распределенной подачи газообразного топлива в двигатель по эжекционному принципу. Эта система топливоподачи, разработанная в Саратовском государственном аграрном университете им. Н.И. Вавилова, прошла всесторонние испытания как на моторных стендах, так и в условиях реальной эксплуатации сельскохозяйственной техники [14–17].

При исследованиях газобаллонного трактора типа МТЗ-82.1 с дизельным двигателем типа Д-243 он был оснащен указанной системой распределенной подачи газообразного топлива в двигатель по эжекционному принципу, схема которой приведена на рис. 6. Для повышения эффективности заправки трактора газомоторным топливом – природным газом, трактор типа МТЗ-82.1 был оснащен сменным кассетным модулем емкостью 134 л (рис. 7), который имел соединения для подключения к системе распределенной подачей газообразного топлива в двигатель по эжекционному принципу. Этот кассетный модуль может быть автономно транспортирован до заправочной станции и оснащен всеми приспособлениями для его заправки, включая заправочный модуль и запорно-вентильную арматуру.

Система распределенной подачи газообразного топлива размещается на двигателе *1* (рис. 6), оснащенном стандартным топливным насосом высокого давления (ТНВД) *2*, который способен подавать дизельное топливо через штатные трубопроводы в двигатель *1* посредством форсунок *3*. На привод топливного насоса высокого давления *2* установлен диск с магнитной меткой, а напротив него на кронштейне, закрепленном на блоке цилиндров двигателя – датчик фазовой отметки *4*, контролирующий угол начала подачи газообразного топлива. Топливный насос высокого давления *2* был оснащен исполнительным устройством *5* (взамен

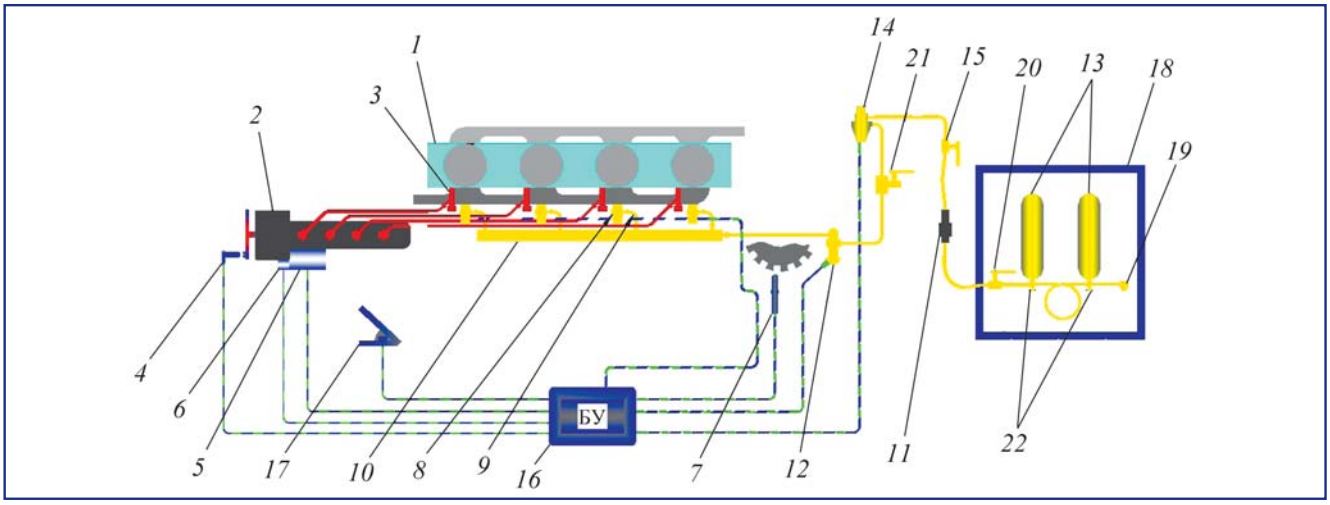


Рис. 6. *Схема системы распределенной подачи газообразного топлива двигателя Д-243:*
1 – двигатель; *2* – ТНВД; *3* – дизельные форсунки; *4* – датчик фазовой отметки; *5* – исполнительное устройство; *6* – датчик положения рейки ТНВД; *7* – датчик частоты вращения вала дизеля; *8* – устройства эжекционной подачи газообразного топлива; *9* – газовые рукава; *10* – газовый коллектор; *11* – рукав высокого давления с быстроразъемным соединением; *12* – датчик давления газа; *13* – газовые баллоны; *14* – газовый редуктор высокого давления; *15* – кран шаровой, запирающий систему; *16* – электронный блок управления; *17* – педальный задатчик; *18* – рама кассетного модуля; *19* – заправочное устройство; *20* – кран шаровой, запирающий кассетный модуль; *21* – узел сброса давления; *22* – баллонные вентили

Рис. 7. *Общий вид кассетного модуля для заправки трактора газомоторным топливом*

штатного регулятора). Кроме того, на топливном насосе был размещен датчик положения *6* топливной рейки ТНВД, позволяющий по ее положению определять количество впрыскиваемого дизельного топлива при работе двигателя по дизельному или газодизельному циклу. Двигатель *1* был также оснащен датчиком частоты вращения коленчатого вала *7*, расположенным на кожухе маховика. Для подачи газообразного топлива, на двигателе смонтирована система, состоящая из устройств эжекционной подачи газообразного топлива в двигатель, выполненных в виде электромагнитных газовых клапанов, соединенных с эжекционными смесителями *8*, в которые поступает газообразное топливо из газового коллектора *10* при помощи рукавов *9*.

При эксплуатационных испытаниях трактора типа МТЗ-82.1 с дизельным двигателем типа Д-243, оснащенным системой распределенной подачей газообразного топлива, определялся расход газообразного и дизельного топлива при выполнении транспортных работ и при работе на номинальном режиме, как по дизельному циклу, так и по газодизельному циклу. Для проведения исследований трактора МТЗ-82.1 в транспортном режиме использован тракторный прицеп 2-ПТС-4,5, задействованный на перевозке сена. При испытаниях на номинальном режиме (обработка почвы) использован культиватор ОПО-4,25 (рис. 8). Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2.

Исследование процесса заправки газобаллонного трактора заключалось в сравнении по времени двух основных видов заправки – на АГНКС и при помощи ПАГЗ с разработанной системой заправки с применением кассетных модулей, которые доставлялись на АГНКС на автомобиле УАЗ-3303. Для определения времени, необходимого на заправку, учитывались его затраты на пробег до АГНКС, простои на вспомогательные работы, ожидание заправки и время на саму заправку. При заправке газобаллонного трактора МТЗ-82.1 от ПАГЗ учитывалось то обстоятельство, что расстояние от места проведения исследований до АГНКС составляло 20 км из них 16 км – расстояние по асфальтированной трассе, по которой приспособлен передвигаться ПАГЗ, остальное расстояние до ПАГЗа трактор преодолевал собственным ходом. Таким образом, разработанный принцип заправки сельхозтехники с использованием кассетных модулей позволил сократить время заправки газобаллонного трактора МТЗ-82.1 более чем на 25 %. В результате проведенных исследований были получены также зависимости расхода газообразного и дизельного топлива при работе газобаллонного трактора МТЗ-82.1 по дизельному и газодизельному циклам.

Рис. 8. *Общий вид трактора типа МТЗ-82.1 при обработке почвы машинно-тракторным агрегатом (трактор МТЗ-82.1 с культиватором ОПО-4,25; кассетный модуль для заправки трактора газомоторным топливом размещен в передней части трактора – на его лобовой части)*

Таблица 2

Показатели работы трактора МТЗ-82.1 при работе в дизельном и газодизельном циклах

Показатель	МТЗ-82.1	
	базовый	газобаллонный
Эксплуатационная масса трактора, т	3,62	3,75
Диапазон скоростей, км/ч	1,89–33,4	1,89–33,4
Расход дизельного топлива при номинальной мощности, кг/ч	14,4	2,6
Расход газа при номинальной мощности, м3/ч	–	13,2
Расход дизельного топлива в транспортном режиме, кг/ч	8,6	2,8
Расход газа в транспортном режиме, м3/ч	–	8,5
Удельный расход топлива:		
транспортная скорость, км/ч	33	33
количество газовых баллонов / емкость одного баллона, л	–	2/67
Время для заправки трактора на АГНКС, мин		75
Время для заправки трактора от ПАГЗ, мин		62
Время на доставку кассетного модуля до АГНКС, его заправку и возвращение, мин		47

Рассмотренные технические решения могут быть использованы при разработке концепции питания и заправки перспективных газовых двигателей сельскохозяйственной техники, обладающих требуемыми экологическими, экономическими и мощностными показателями. В заключение необходимо отметить, что рассмотренные проблемы, препятствующие широкому использованию природного газа в качестве моторного топлива, вполне преодолимы. Большие запасы природного газа, его сравнительно невысокая цена и имеющиеся технические решения по адаптации двигателей в работе на природном газе создают благоприятные условия для того, чтобы сделать газомоторное топливо одним из основных видов моторного топлива в России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **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.
2. **Лапидус А.Л., Крылов И.Ф., Жагфаров Ф.Г. и др.** Альтернативные моторные топлива: Учеб. пос. для вузов . М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. 288 с.
3. **Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. 311 с.
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. 480с.
5. **Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И.** Токсичность отработавших газов дизелей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 376 с.
6. **Кульчицкий А.Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. 256 с.
7. **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.
8. **Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов Л.В., Иващенко Н.А.** Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учеб. пос. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2008. 464 с.
9. **Пронин Е.Н.** Мировой газомоторный рынок // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 1. С. 60–71.
10. **Лиханов В.А.** Природный газ как моторное топливо для тракторных дизелей. Киров: Вятская ГСХА, 2002. 280 с.
11. **Коклин И.М., Наумов О.П., Савельев Г.С.** Эксплуатационные испытания тракторов, переоборудованных для работы на компримированном природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 10. С. 24–29.
12. **Гольтяпин В.Я.** Тракторы на газомоторном топливе // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 2. С. 3–7.
13. **Вальехо Мальдонадо П.Р.** Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика: Учеб. пос. для вузов. М.: Изд-во РУДН, 2008. 204 с.
14. **Марков В.А., Володин В.В., Бебенин Е.В., Ченцов Н.А.** Эксплуатационные исследования газодизельного трактора МТЗ-82.1, оснащенного кассетным модулем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 1. С. 183–186.
15. **Загородских Б.П., Володин В.В., Бебенин Е.В.** Результаты экологических исследований трактора К-700А, работающего по газодизельному циклу // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 1. С. 193–196.
16. **Загородских Б.П., Володин В.В., Бебенин Е.В.** Совершенствование системы подачи газообразного топлива для повышения эффективности использования газобаллонных тракторов // Технология колесных и гусеничных машин. 2014. № 2. С. 33–41.
17. **Загородских Б.П., Володин В.В.** Системы подачи газа в двигатель // Сельский механизатор. 2012. № 2. С. 4–5.

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ МЕТАНОЛА НА ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

В.А. Лиханов, д-р техн. наук, **А.А. Анфилатов,** канд. техн. наук, Вятская ГСХА, г. Киров

Приводятся результаты расчетно-экспериментального исследования показателей дизеля 2Ч 10,5/12 при его работе на дизельном и двойном (дизельное топливо + метанол) топливе.

Ключевые слова: дизель; альтернативное топливо; метанол; оксиды азота; объемное содержание и массовая концентрация оксидов азота; двойная система топливоподачи.

INFLUENCE OF METHANOL ON ITS ECOLOGICAL PARAMETERS DIESEL WITH AIR COOLING

Likhanov V.A., Anfilatov A.A.

The results of numerical and experimental investigation of parameters diesel on its work on diesel and double (diesel fuel + methanol) fuel are presented.

Keywords: diesel; alternative fuels; methanol; nitrogen oxides; volume content and the mass concentration of nitrogen oxides; dual fuel delivery system.

Автомобильный дизель, работающий на метаноле, о котором совсем недавно говорили только исследователи, стал достоянием практики: его признал потребитель, а значит, и производитель. Причем наиболее эффективным способом применения метанола в настоящее время является подача его непосредственно в рабочий цилиндр. При этом дизель оснащается двойной системой топливоподачи, одна из которых подает метанол, а другая – обычное дизельное топливо. В таком дизеле до 50–80 % – метанол, а 50–20 % – нефтяное топливо. Воспламенение метанола обеспечивается за счет подачи запальной (пилотной) его порции.

Достоинств у этого способа, как минимум, четыре. Во-первых, он не требует значительных изменений конструкции дизеля, т.е. может быть реализован на двигателях, уже находящихся в эксплуатации; во-вторых, он практически не ухудшает пусковые качества дизеля; в-третьих, незначительно снижает его мощностные показатели; в-четвертых, резко улучшает, как и другие альтернативные топлива, его экологические качества.

Все это достаточно хорошо изучено и апробировано применительно к дизелю с жидкостным охлаждением. Что же касается дизелей с воздушным охлаждением, то по ним информации практически нет. Поэтому авторы решили восполнить этот пробел, поскольку таких двигателей много. С этой целью они провели исследования дизеля 2Ч 10,5/12,0 с полусферической камерой сгорания в поршне, установили на него двойную систему топливоподачи с впрыскиванием запальной дозы дизельного топлива через многоструйную форсунку.

В процессе этих исследований варьировались установочные углы опережения впрыскивания топлива в соответствии с рекомендациями авто-

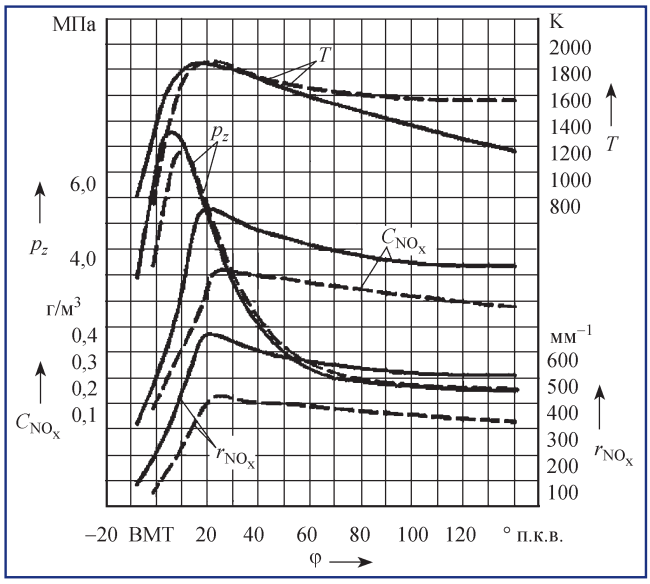


Рис. 1. *Зависимости давления цикла и температуры газов в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0, а также объемного содержания и массовой концентрации оксидов азота в цилиндре в его отработавших газах от угла поворота коленчатого вала при $\Theta_{дт}$ = 30° и n = 1400 мин$^{-1}$ в случае его работы на дизельном (сплошные линии) и двойном (штриховые линии) топливах*

ров работ [1, 2], а в качестве установочных параметров взяли содержания r_{NO_x} оксидов азота в отработавших газах дизеля, температуры T и давления $p_{z\,max}$ в цилиндре при работе на дизельном топливе при n = 1400 мин$^{-1}$, установочном УОВТ $\Theta_д$ = 30°. Эти данные позволили построить зависимости, приведенные на рис. 1. Они, как видим, довольно любопытные.

Так, если для дизеля, работающего на дизельном топливе при оптимальном установочном УОВТ, максимальное давление цикла $p_{z\,max}$ = = 7,03 МПа (70,3 кгс/см^2) и достигается при значении угла $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 6° после ВМТ, то при его работе с двойной системой топливоподачи оно равно 6,52 МПа (65,2 кгс/см^2) и достигается при $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 10,5° после ВМТ. Максимальные осредненные температуры T_{max} цикла тоже отличаются: в первом случае она составляет 1850 К (1577 °С) и наблюдается при угле $\varphi_{i\,T_{max}}$ = 16,0° после ВМТ, а во втором – 1860 К (1587 °С) и при $\varphi_{i\,T_{max}}$ = 21° после ВМТ.

Есть отличия и в объемном содержании r_{NO_x} оксидов азота в цилиндре дизеля и концентрации C_{NO_x} в отработавших газах: в первом случае r_{NO_x} = 664 млн$^{-1}$ при φ = 19° п.к.в. после ВМТ и C_{NO_x} = 0,96 г/м^3, а при φ = 140° п.к.в. после ВМТ (в момент открытия выпускного клапана) – 511 млн$^{-1}$ и 0,73 г/м^3 соответственно. Во втором случае r_{NO_x} = 429 млн$^{-1}$ при φ = 24° п.к.в. после ВМТ, C_{NO_x} = 0,62 г/м^3. Значения же r_{NO_x} и C_{NO_x} при φ = 140° п.к.в. после ВМТ (в момент открытия выпускного клапана) – 330 млн$^{-1}$ и 0,47 г/м^3 соответственно. То есть эти значения при работе дизеля на обычном топливе и его смеси с метанолом при повороте коленчатого вала с φ = 19° (в первом случае) или с φ = 24° (второй случай) до φ = 140° после ВМТ изменяются на одну и ту же величину – на 36 %.

На рис. 2 приведены аналогичные графики для n = 1400 мин$^{-1}$ и $\Theta_{дт}$ = 34. Из него видно, что при работе дизеля на обычном топливе и увеличении угла $\Theta_{дт}$ с 30 до 34° максимальное давление $p_{z\,max}$ цикла 7,03 МПа (70,3 кгс/см^2) достигается при той же $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 6° после ВМТ, то максимальная осредненная температура T_{max} цикла составляет те же 1850 К (1577 °С) и наблюдается при том же φ = 16° после ВМТ, максимальное

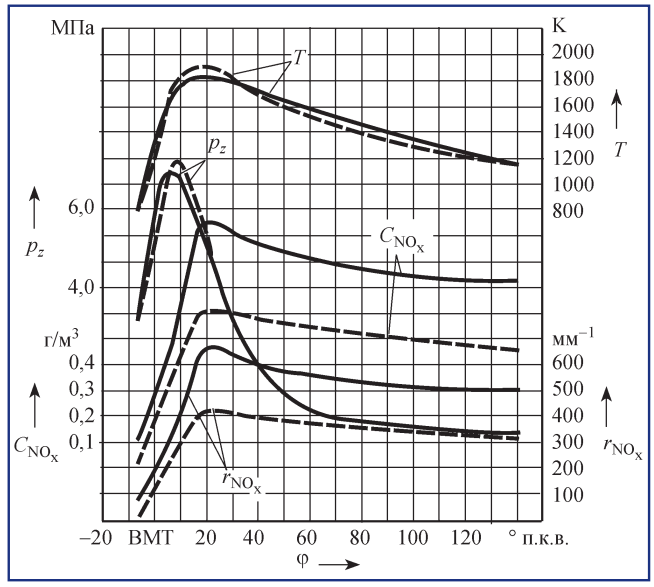


Рис. 2. *Зависимости давлений цикла и температуры в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0, а также объемного содержания и массовой концентрации оксидов азота в его отработавших газах от изменения угла поворота коленчатого вала при $\Theta_{дт}$ = 34° и n = 1400 мин$^{-1}$ при работе на дизельном (сплошные линии) и двойном (штриховые линии) топливах*

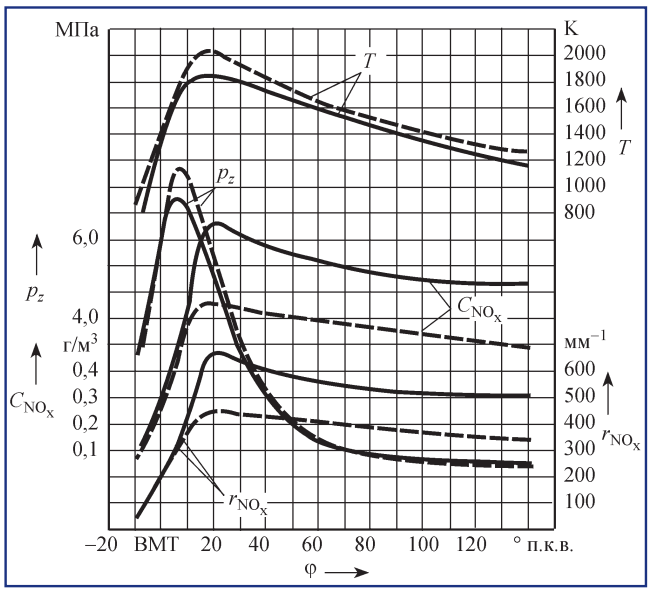


Рис. 3. *Зависимости давления цикла и температуры в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0, а объемного содержания и массовой концентрации оксидов азота в его отработавших газах от изменения угла поворота коленчатого вала при $\Theta_{дт}$ = 38°, n = 1400 мин$^{-1}$ при работе на дизельном (сплошные линии) и двойном (штриховые линии) топливах*

значение r_{NO_x} составляет 664 млн$^{-1}$ при φ = 19° п.к.в. после ВМТ, а максимальное значение C_{NO_x} равно так же, как и при $\Theta_{дт}$ = 30° – 0,96 г/м^3. А вот при работе на двух топливах картина меняется, причем существенно: $p_{z\,max}$ = = 7,34 МПа (73,4 кгс/см^2) при $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 7,8° после ВМТ, T_{max} = 1968 К (1695 °С) при $\varphi_{i\,T_{max}}$ = 18° после ВМТ, r_{NO_x} = 426 млн$^{-1}$ при φ = 21° после ВМТ, а C_{NO_x} = 0,61 г/м^3 при φ = 21° после ВМТ.

Что касается значений r_{NO_x} и C_{NO_x} в момент открытия выпускного клапана, то при работе на дизельном топливе они равны 511 млн$^{-1}$ и 0,73 г/м^3 соответственно, а во втором случае – 328 млн$^{-1}$ и 0,47 г/м^3. Снижение составляет также 35,9 % для каждого показателя.

Результаты измерения тех же параметров при $\Theta_{дт}$ = 38° приведены на рис. 3, анализ которого показывает следующее.

При работе дизеля на обычном топливе и оптимальном установочном УОВТ картина в отношении $p_{z\,max}$, T_{max}, r_{NO_x} и C_{NO_x} изменений не претерпела. При работе же дизеля на двух топливах $p_{z\,max}$ = 7,76 МПа (77,6 кгс/см^2) достигается при $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 7° п.к.в. после ВМТ; T_{max} = 2025 К (1752 °С) – при $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 16° п.к.в. после ВМТ, r_{NO_x} = 664 млн$^{-1}$ при $\varphi_{p_{z\,max}}$ = 19° п.к.в. после ВМТ, C_{NO_x} = 0,96 г/м^3 при том же $\varphi_{p_{z\,max}}$.

Значение объемного содержания r_{NO_x} при φ = = 140° п.к.в. после ВМТ, соответствующего моменту открытия выпускного клапана, при работе дизеля на обычном топливе составляет 511 млн$^{-1}$, а C_{NO_x} = 0,73 г/м^3. При работе на двух топливах r_{NO_x} = 344 млн$^{-1}$ и C_{NO_x} = = 0,49 г/м^3. То есть снижение для каждого из этих показателей в первом случае составляет 24 %, а во втором – 32,7 %.

Расчеты, выполненные по результатам экспериментальных исследований, показывают, что для снижения r_{NO_x} и C_{NO_x} дизеля 2Ч 10,5/12,0 при его работе на двух топливах и на режиме максимального крутящего момента оптимальный установочный УОВТ для дизельного топлива и метанола одинаков – 34° п.к.в. Для сохранения же мощностных показателей этого дизеля на уровне серийного его варианта на номинальном режиме объем запальной порции дизельного топлива должен относиться к объему метанола как 7:93. При этом экономится до 87 % дизельного топлива.

Таким образом, выполненные авторами экспериментальные исследования показывают: перевод дизелей воздушного охлаждения на двухтопливный вариант топливоподачи – не только возможен, но и необходим со всех точек зрения. Во-первых, он решает проблему вредных выбросов одной из самых вредных составляющих отработавших газов – оксидов азота; во-вторых, не требует радикальных изменений конструкции дизеля; в-третьих, позволяет сохранить (при грамотном выполнении регулировок и соотношении "дизельное топливо + метанол") его мощностные характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Чувашев А.Н.** Исследование рабочего процесса дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Киров, 2007. 177 с.

2. **Анфилатов А.А., Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. Киров: Вятская ГСХА, 2008. 154 с.

УДК 621.436.038

ВОДОТОПЛИВНЫЕ ЭМУЛЬСИИ КАК ТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

В.А. Марков, д-р техн. наук; **В.С. Акимов,** аспирант;
В.А. Шумовский, аспирант; МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Рассмотрена возможность использования водотопливных эмульсий в качестве топлива для дизелей. Приведена конструкция эмульгирующего устройства, используемого для получения водотопливной эмульсии. Проведен анализ физико-химических свойств исследуемых водотопливных эмульсий. Представлены результаты экспериментальных исследований дизеля Д-245.12С, работающего на дизельном топливе и водотопливных эмульсиях различного состава. Проведены расчетные исследования процесса топливоподачи дизеля, работающего на водотопливной эмульсии.

Ключевые слова: дизельный двигатель; дизельное топливо; водотопливная эмульсия; процесс топливоподачи; распыливание топлива; смесеобразование; распылитель.

WATER EMULSION AS A FUEL FOR DIESEL ENGINES

Akimov V.S., Markov V.A., Shumovsky V.A.

The possibility of using water-fuel emulsions as fuel for diesel engines. Describes an emulsifier used to form the water-fuel emulsions. The analysis of the physico-chemical properties of the studied water-fuel emulsions. The results of experimental studies of diesel D-245.12S running on diesel fuel and water-fuel emulsions of varying composition. Conducted computational studies of the process of diesel fuel, running on water-fuel emulsions.

Keywords: diesel engine; diesel fuel; water emulsion; fuel supply process; atomization of fuel; carburetion; spray.

Применение воды в рабочем процессе тепловых двигателей началось почти одновременно с их появлением. Еще в 1864 г. П. Гюгоньо для улучшения работы двигателя Э. Ленуара подавал воду в горючую смесь [1]. В 1930-е гг. впрыск воды начал использоваться в быстроходных двигателях для повышения степени сжатия (предотвращения детонационного сгорания), увеличения мощности ДВС, снижения температуры деталей двигателя. В СССР ряд тракторных двигателей работали с использованием воды. В послевоенные годы возрос интерес к использованию воды в виде водно-топливных эмульсий, открывающих более широкие перспективы, нежели применение воды только как депрессивной среды. При этом основное внимание уделялось возможности повышения экономичности двигателя и уменьшения токсичности ОГ.

Этот способ улучшения показателей работы ДВС реализуется как в бензиновых, так и в дизельных двигателях. В обоих случаях на большинстве эксплуатационных режимов улучшаются процессы смесеобразования и сгорания, уменьшается эмиссия оксидов азота, значительно снижается теплонапряженность деталей двигателя. Вместе с тем при подаче воды в цилиндры бензинового двигателя в ряде случаев отмечается ухудшение некоторых его показателей. В частности, на режимах с частичной нагрузкой чрезмерное охлаждение рабочей смеси за счет испарения воды приводит к недостаточной гомогенизации смеси, ухудшению качества рабочего процесса, увеличению продолжительности разгона автомобиля. Лучшие результаты дает подача воды в цилиндры дизельных двигателей, в которых при этом обеспечивается качественное смесеобразование и заметно снижается дымность отработавших газов (ОГ).

Таким образом, подача в камеру сгорания некоторого количества воды – один из эффективных методов улучшения экономических и экологических показателей дизельных двигателей. В настоящее время подача воды в цилиндры достаточно широко применяется в судовых дизелях. Впрыскивание в камеру сгорания (КС) этих двигателей во-

дотопливных эмульсий позволяет решить проблемы повышения эксплуатационной топливной экономичности энергетической установки, улучшения ее экологических показателей, снижения тепловой напряженности, использования вязких сортов топлива. Проводятся исследования по использованию водотопливных эмульсий в тепловозных и стационарных дизелях. Возросший интерес к подаче воды в цилиндры быстроходных дизелей автотракторного назначения обусловлен возможностью заметного улучшения показателей токсичности их ОГ [2, 3].

Преимуществом этого вида топлива является не только возможность значительного снижения выбросов с ОГ оксидов азота, но и, при определенных условиях, – возможность улучшения показателя топливной экономичности дизеля [2, 4, 5]. Кроме того, необходимо отметить широкую доступность воды и отсутствие необходимости в расходах на ее приобретение. В связи с этим проведены многочисленные исследования по использованию ВТЭ в автомобильных дизельных двигателях, автотракторных дизелях, судовых двигателях [6–10].

Необходимо отметить и некоторые недостатки ВТЭ как моторного топлива. Основным из них является тот факт, что нефтяные моторные топлива не смешиваются между собой, а приготовление водотопливной эмульсии и обеспечение ее стабильности представляет собой сложную техническую проблему. Для получения эмульсий нефтяного ДТ и воды авторами статьи использовано эмульгирующее устройство, показанное на рис. 1 [4, 5]. Оно включает основание *1* в виде массивной плиты, на которой закреплены четыре направляющие стойки *2*, выполненные в виде прутков, снабженных метрической резьбой по всей длине. Реактор *3* выполнен в виде цилиндрической емкости с верхней *4* и нижней *5* крышками. Каждая из крышек снабжена патрубком *6*, предназначенным для впуска и выпуска реакционных сред. Нижняя крышка *5* имеет фланец, выходящий за габарит реактора *3*, с четырьмя отверстиями для стоек *2*. Фиксация реактора *3* осуществляется с помощью гаек *7*. В реакторе *3* установлен ряд чередующихся неподвижных *8* и подвижных *9* дисков. Последние посредством штока *10* связаны с якорем *11* электромагнитного двигателя, статор *12* которого посредством фланца *13* связан со стойками *2* с помощью гаек *14*. Между якорем *11* и реактором *3* на стойках *2* смонтированы три параллельных диска: внешние – *15* и внутренний – *16*. Внешние диски фиксируются на стойках *2* с помощью гаек *17*, а внутренний диск закреплен на штоке *10* на равном расстоянии от внешних дисков. В промежутках между дисками

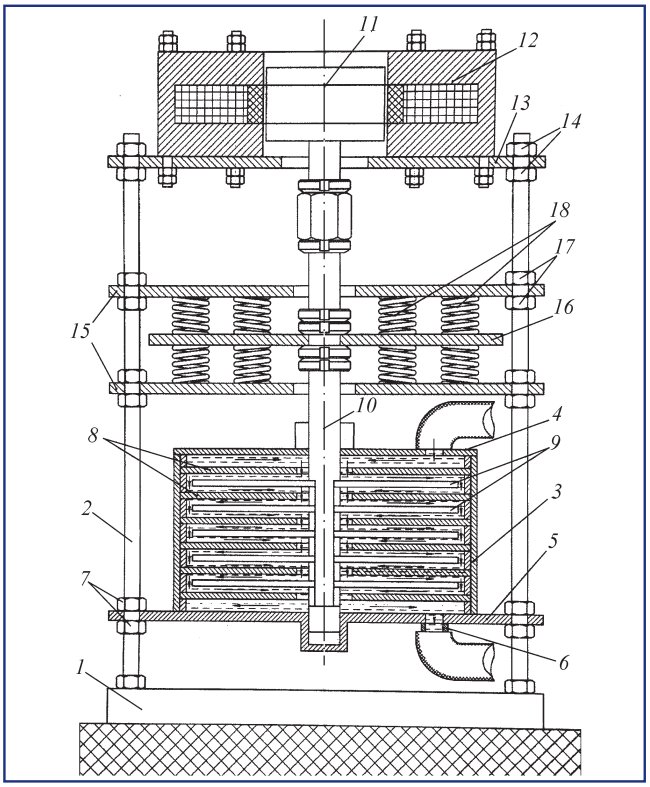


Рис. 1. *Схема эмульгирующего устройства:*
1 – основание; *2* – направляющие стойки; *3* – реактор; *4* – верхняя крышка; *5* – нижняя крышка; *6* – патрубок; *7*, *14*, *17* – гайки; *8* – неподвижные диски; *9* – подвижные диски; *10* – шток; *11* – якорь электромагнитного двигателя; *12* – статор электромагнитного двигателя; *13* – фланец; *15* – внешние диски; *16* – внутренний диск; *18* – пружины

установлены пружины *18*, в совокупности с дисками образующие упругую систему устройства.

Эмульгирующее устройство работает следующим образом. Через верхний патрубок *6* (см. рис. 1) в реактор вводятся среды, подлежащие перемешиванию – ДТ и вода. При поступлении их в реактор включают электромагнитный двигатель, якорь *11* которого совершает колебательные движения с заданной частотой и амплитудой. Они в конечном итоге и определяют свойства получаемой водотопливной эмульсии. Колебательные движения якоря *11* через шток *10* передаются на подвижные диски *9*, которые перемещаются между неподвижными дисками *8*, изменяя объем пространства между дисками. Это вызывает попеременное растяжение и сжатие сред, находящихся между дисками, их турбулизацию и возбуждение в средах кавитационных пузырьков. Все это способствует тщательному перемешиванию ДТ и воды. Для снижения энергоемкости процесса перемешивания расчетным или экспериментальным методами определяется частота собственных колебаний

подвижной части устройства путем изменения затяжки пружин *18* упругой системы. Благодаря перемещению внешних дисков *15* относительно внутреннего диска *16* осуществляется корректировка собственной частоты подвижной части устройства, приближая ее к фиксированной частоте вынуждающей силы, развиваемой якорем *11* и добиваясь резонансного режима работы устройства. Размещение устройства на направляющих стойках с возможностью перемещения его основных узлов значительно облегчает сборку устройства и осуществление различных регулировок, например, установку расстояния между подвижными и неподвижными дисками в реакторе, регулирование магнитного зазора между якорем и статором электромагнитного двигателя и др.

Для получения стойких эмульсий этих компонентов применен эмульгатор – алкенилсукцинимид мочевины (СИМ), производимый по ТУ 38.1011039-85. Он представляет собой вязкую, прозрачную, растворимую в углеводородах жидкость светло-коричневого цвета. Содержание эмульгатора в эмульгированных топливах не превышало 0,5 % (масс.). Полученные эмульсии были достаточно стабильны: расслоение эмульсии на две фракции происходило лишь после нескольких недель хранения. Однако первоначальные вид и свойства эмульсии восстанавливались путем ее простого взбалтывания. Физико-химические свойства дизельного топлива, воды и эмульгированных топлив различного состава представлены в табл. 1.

Проведенные авторами статьи экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) Минского моторного завода подтвердили эффективность использования этого вида моторного топлива [4, 5]. Так, при работе дизеля на режимах 13-ступенчатого цикла Правил ECE R49 и переходе с ДТ на эмульсии с содержанием воды C_{H_2O} 15,0 % удельный массовый выброс оксидов азота e_{NO_x} уменьшился с 6,610 до 4,849 г/(кВт·ч), т.е. на 26,6 %, а условный интегральный на режимах 13-ступенчатого цикла эффективный КПД дизеля η_e повысился с 0,341 до 0,361, т.е. на 5,9 %. При этом удельный массовый выброс монооксида углерода e_{CH_x} возрос с 3,612 до 4,648 г/(кВт·ч), а выброс несгоревших углеводородов e_{CH_x} – увеличился с 1,638 до 2,522 г/(кВт·ч).

Вместе с тем при переходе от ДТ на эмульсию с содержанием воды C_{H_2O} = 15,0 % на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ дымность ОГ K_x снизилась с 28,0 до 18,0 % по шкале Хартриджа, а на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ – с 16,0 до 8,5 % по шкале Хартриджа.

Одной из причин роста выбросов монооксида углерода e_{CO} и несгоревших углеводородов e_{CH_x} при работе двигателя на ВТЭ являются отличия физико-химических свойств традиционного нефтяного ДТ и исследованной эмульсии (см. табл. 1). Эти отличия, безусловно, сказываются на протекании рабочих процессов двигателя. При этом важнейшими процессами, предопределяющими возможность достижения необходимых показателей топливной экономичности и токсичности ОГ дизелей являются процессы топливоподачи, распыливания топлива и смесеобразования. Это обусловлено тем, что указанные показатели могут быть достигнуты лишь при обеспечении высокой гомогенности топливовоздушной смеси в цилиндрах дизеля. Поэтому актуальной остается проблема дальнейшего совершенствования процесса и системы топливоподачи дизельных двигателей, особенно при их адаптации к работе на различных альтернативных топливах.

Одним из основных элементов этой системы является распылитель форсунки, формирующий струи с требуемыми геометрическими размерами, структурой струи и показателями мелкости распыливания топлива. При этом характеристики струй распыливаемого топлива (длина L, ширина B и угол конуса β струи, направление и динамика ее распространения, рис. 2) должны быть согласованы с формой КС с целью равномерного распределения топлива по объему камеры сгорания.

Известно, что для обеспечения качественного распыливания топлива и последующего смесеобразования желательно обеспечить высокие давления впрыскивания и турбулизацию потока топлива в проточной части распылителя форсунки [11–13]. Повышенные энергетические показатели потока топлива на выходе из распыливающих отверстий приводят к турбулизации струи распыливаемого топлива, ее быстрому распаду в КС дизеля и улучшению показателей распыливания и смесеобразования. Однако экспериментальные исследования потока топлива в элементах системы топливоподачи достаточно трудоемки и требуют применения специальных стендов и высокоточной измерительной аппаратуры [14].

Для определения энергетических показателей потока топлива в проточной части распылителей форсунок использован расчетный метод, основанный на использовании программного комплекса Ansys CFX 12.0 [15–17]. Исследовано течение топлива в проточной части серийного распылителя 145.1112110 форсунки типа ФДМ-22 упомянутого

Таблица 1

Физико-химические свойства дизельного топлива, воды и эмульгированных топлив

Физико-химические свойства	Топлива, вода			
	ДТ	Вода	92,5 % ДТ + 7,5 % воды	85,0 % ДТ + 15,0 % воды
Молярная масса, кг/кмоль	170	18	–	147,2
Плотность при 20 °С, кг/м^3	830,0	998,2	842,6	855,2
Вязкость кинематическая при 20 °С, мПа·с (сПз)	3,8	1,0	–	4,4*
Вязкость динамическая при 20 °С, мПа·с(сПз)	3,154	1,002	–	3,798*
Коэффициент поверхностного натяжения σ при 20 °С, мН/м	27,1	72,7	–	–
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	42,5	–	39,3	36,1
Цетановое число	45	–	–	–
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,30	–	11,51	10,89
Содержане, % по массе:				
C	87,0		80,5	74,0
H	12,6		11,6	10,7
O	0,4		0,4	0,3
H_2O	0	100	7,5	15,0
Общее содержание серы, % по массе	0,200	0	0,185	0,170
Теплоемкость C_p при 20 °С, кДж/(кг·К)	2,1	4,2	–	2,415
Теплопроводность при 20 °С, Вт/(м·К)	0,12	0,60	–	0,192

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

* Вязкость эмульсии определена по формуле Тейлора.

выше дизеля Д-245.12С при его работе на нефтяном ДТ и ВТЭ, содержащей 86 % дизельного топлива и 15 % воды. Физико-химические свойства исследуемых топлив приведены в табл. 1.

Серийный распылитель 145.1112110 выполнен с диаметром иглы $d_и$ = 5,0 мм (по направляющей). Максимальный ход иглы составляет $h_и$ = 0,26 мм. Хвостовик распылителя имеет три конусных участка с различными углами этих конусов, равными 45, 60 и 90°. Посадка иглы на седло распылителя осуществляется по диаметру $d_п$ = 2,8 мм (см. рис. 2). Ниже посадочного диаметра хвостовик

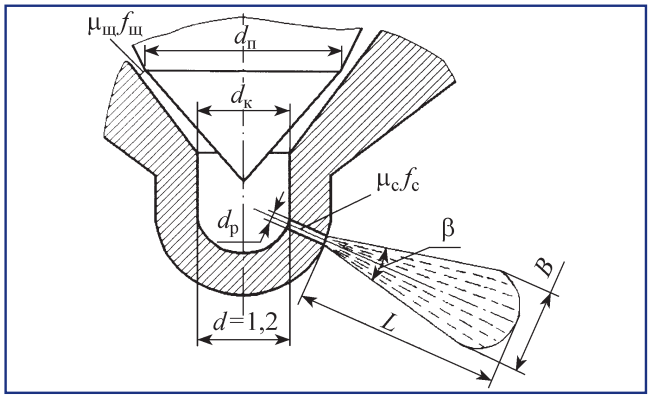


Рис. 2. *Схема положения дросселирующих сечений распылителя форсунки и геометрические характеристики струи распыливаемого топлива:* $\mu_щ f_щ$ *– эффективное сечение щели между запорными конусами иглы и седла;* $\mu_c f_c$ *– эффективное сечение сопловых отверстий*

имеет конусную часть с углом конуса 60°. Корпус распылителя имеет пять распыливающих отверстий диаметром $d_р$ = 0,32 мм, входные кромки которых расположены в колодце распылителя диаметром $d_к$ = 1,2 мм. Суммарная эффективная площадь распылителя в сборе (с учетом $\mu_щ f_щ$ и $\mu_с f_с$) составляет $\mu_р f_р$ = 0,278 мм^2. Расположение распыливающих отверстий серийного распылителя типа 145.1112110-11 приведено в табл. 2.

Проведенные экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С, результаты которых приведены в работах [4, 5], не позволили определить влияние свойств применяемого топлива на показатели процесса топливоподачи и энергетические показатели потока топлива в форсунках.

Таблица 2

Расположение распыливающих отверстий распылителя типа 145.1112110

№ отверстия	Угловое расположение отверстия относительно штифта, град.	Угол наклона отверстия относительно оси распылителя, град.
1	8	62
2	90	71,5
3	172	62
4	237	52
5	303	52

Для оценки влияния свойств применяемого топлива на параметры потока и его турбулизацию в проточной части распылителя форсунки был проведен численный эксперимент, в ходе которого моделировалось течение в проточной части серийного распылителя 145.1112110 форсунки типа ФДМ-22 дизеля Д-245.12С при его работе на нефтяном ДТ и ВТЭ, содержащей 85 % дизельного топлива и 15 % воды. Физические свойства исследуемых топлив приведены в табл. 1. При этом использованы справочные данные работ [18–20]. При расчете теплоемкости и теплопроводности эмульсии принималось, что в смесях эти физические свойства компонентов аддитивны. Вязкость эмульсии определялась по формуле Тейлора.

Расчет проводился в программном комплексе Ansys CFX 12.0, математическая модель которого содержит уравнения в частных производных, описывающих поток топлива в проточной части распылителя – уравнения неразрывности, количества движения Навье–Стокса, энергии и диффузии, а также уравнения модели турбулентности. Для оценки степени турбулизации потока использовалась величина турбулентной кинетической энергии (удельная кинетическая энергия вихрей в турбулентном потоке) k, которая физически характеризуется среднеквадратической флуктуацией (пульсацией) скорости.

Влияние турбулентности на характеристики течения очень велико, поэтому в систему уравнений введена модель турбулентности $k - \varepsilon$, включающая в себя уравнения, которые наиболее точно описывают рассматриваемые явления. Причем k – кинетическая энергия турбулентности определяется как разность во флуктуациях скорости, м^2/с^2, ε – это турбулентная диссипация вихря (показатель, при котором пульсации скорости рассеиваются), м^2/с^3.

При расчетах исследован стационарный поток топлива в распылителях. В качестве расчетной области выбрана проточная часть между хвостовиком иглы и седлом распылителя при максимально поднятой игле. Общий вид расчетной схемы представлен на рис. 3. Для уменьшения времени счета использована четверть расчетной области, при этом на границах этой области заданы условия симметрии.

Давление топлива на входе в расчетную область было принято равным 51,5 МПа, что примерно соответствует максимальному давлению впрыскивания, обеспечиваемому разделенной системой топливоподачи дизеля Д-245.12С на номинальном режиме (при частоте вращения коленчатого вала n =

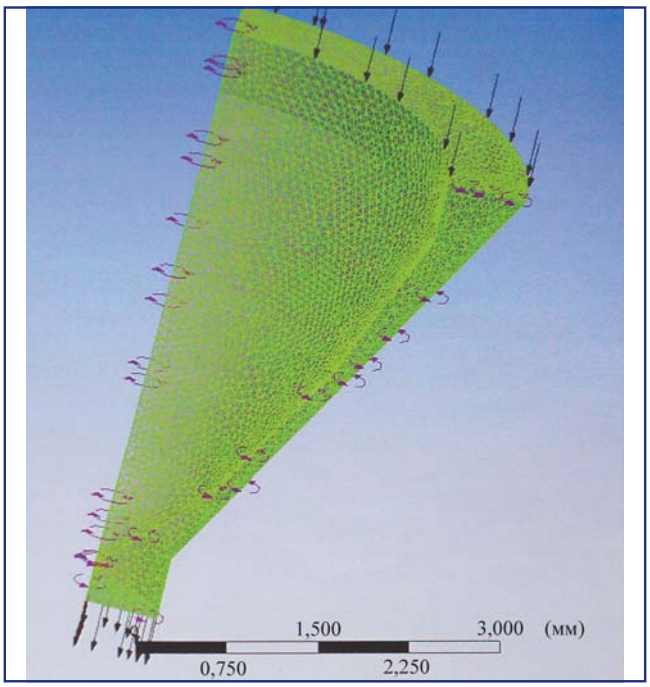
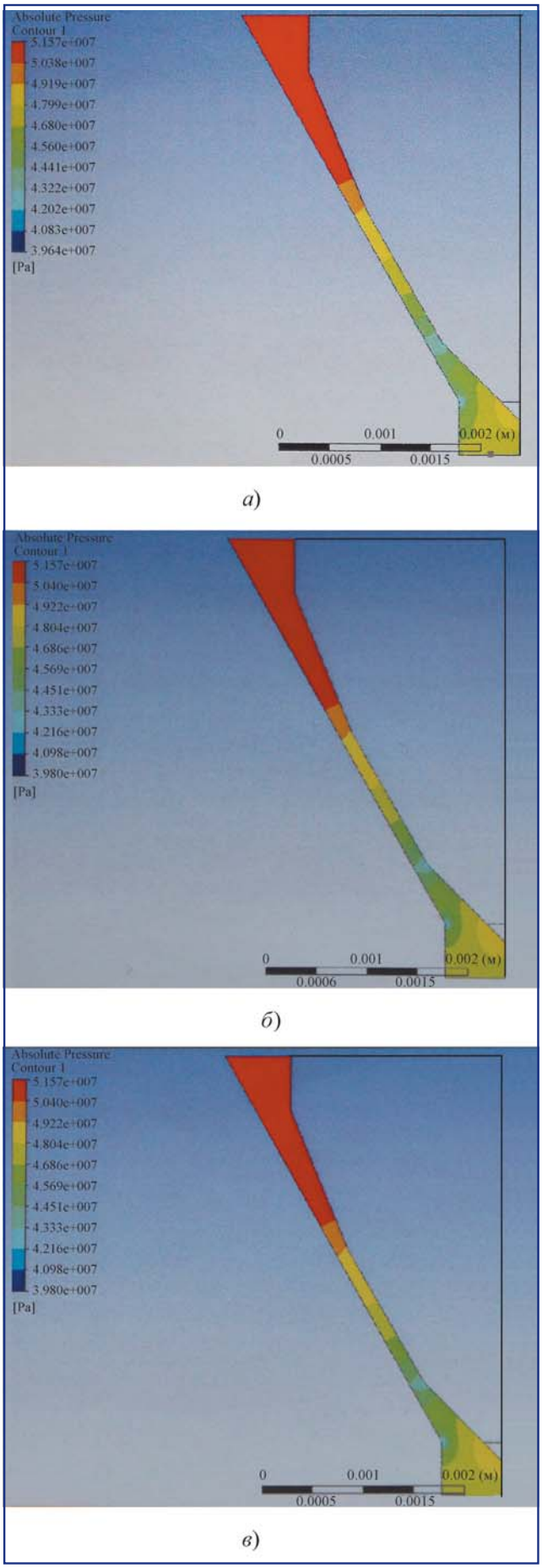


Рис. 3. *Расчетная область проточной части распылителей форсунки*

= 2400 мин$^{-1}$ и цикловой подаче топлива $q_ц$ = = 80 мм^3). Расход топлива через распылитель принят равным 0,08 кг/с, что соответствует максимальному расходу топлива через форсунку дизеля Д-245.12С на указанном номинальном режиме. При расчетах граничные условия оставались неизменными для обоих видов исследуемых топлив (для ДТ и ВТЭ).

В ряде работ показано, что на характеристики течения топлива в элементах системы топливоподачи и показатели рабочего процесса дизеля и его систем оказывает структура водотопливной эмульсии [21, 22]. В связи с этим расчетные исследования проведены для ВТЭ с диаметром капель воды в эмульсии 50 и 5 мкм. Полученная при расчетных исследованиях картина течения топлива в проточных частях исследованных распылителей (распределение давлений и скоростей потока топлива, а также распределение его турбулентной кинетической энергии) представлена на рис. 4, 5 и 6.

Представленная картина течения в проточных частях исследованных распылителей, показанная на рис. 4–6, достаточно предсказуема. По распределениям давлений, скоростей и турбулентной ки-



➔

Рис. 4. *Распределение давлений топлива в проточных частях распылителей форсунки:*
а – дизельное топливо; *б* – ВТЭ с диаметром капель воды 50 мкм; *в* – ВТЭ с диаметром капель воды 5 мкм

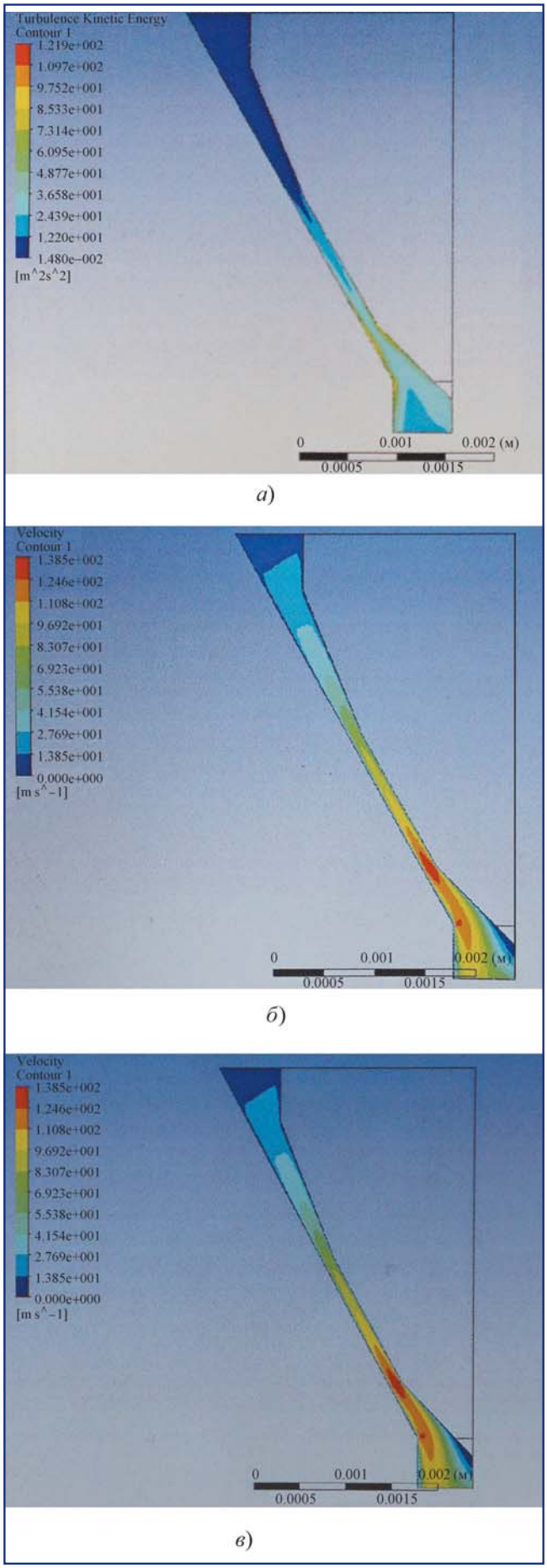
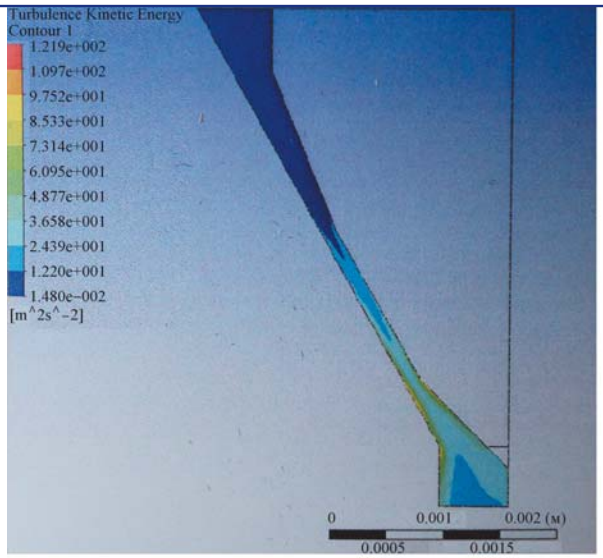


Рис. 5. *Поля скоростей потока топлива в проточных частях распылителей форсунки:*
а – дизельное топливо; *б* – ВТЭ с диаметром капель воды 50 мкм; *в* – ВТЭ с диаметром капель воды 5 мкм

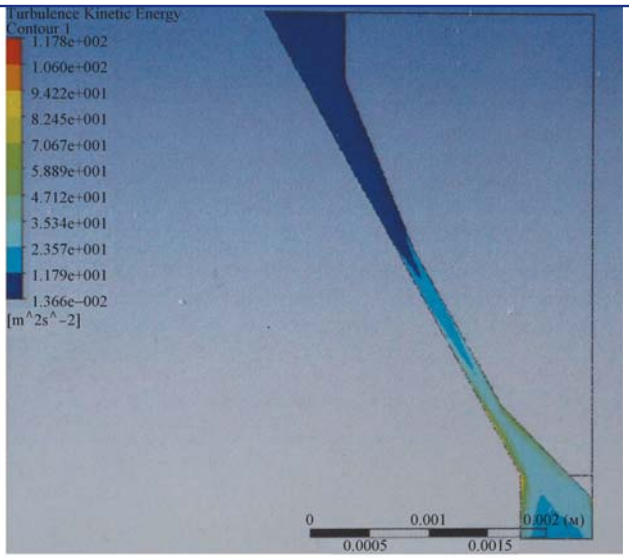
нетической энергии потока топлива можно констатировать, что существуют различия указанных распределений энергетических характеристик потока топлива в распылителе при работе на исследуемых видах топлива, но эти различия не носят глобального характера. Во всех рассматриваемых случаях наибольшие скорость и турбулизация потока топлива отмечены в районе кольцевой щели между иглой распылителя и ее посадочным конусом (седлом). Но наибольший интерес представляют параметры потока на входе в распыливающие отверстия, которые и предопределяют качество распыливания топлива и последующего смесеобразования. На рис. 7 эта область отмечена кружком.

Результаты анализа параметров потока исследуемых видов топлив в указанной на рис. 7 расчетной точке сведены в табл. 3. Эти данные свидетельствуют о том, что при использовании эмульгированных топлив наблюдаются максимальные давления топлива на входе в распыливающие отверстия. При переходе от нефтяного ДТ на ВТЭ с 15 %-ным содержанием воды это давление увеличилось с 47,6 до 47,8–47,9 МПа (в зависимости от диаметра капель). Впрочем, следует отметить, что в рассматриваемом случае структура эмульсии – диаметр капель воды в эмульсии оказывает слабое влияние на характеристики течения топлива. Хотя увеличение давления в расчетной точке оказалось и не очень значительным, но и этот рост давления впрыскивания способствует более качественному распыливанию топлива.

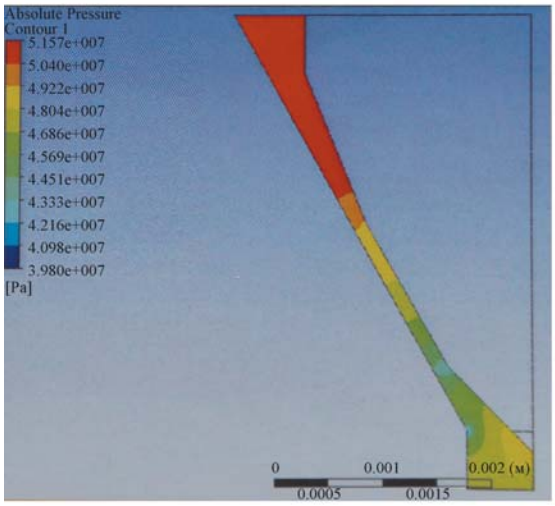
При использовании эмульгированных топлив несколько снизилась скорость потока топлива в расчетной точке и возросла турбулентная кинетическая энергия потока топлива на входе в распыливающее отверстие (примерно на 0,5–1,5 %). Однако наибольшая турбулизация струи эмульгированного топлива, значительно улучшающая процесс смесеобразования, наблюдается уже на выходе из распыливающего отверстия за счет возникновения так называемых "микровзрывов" в условиях повышенных температур в КС [2]. Их появление обусловлено тем, что капли эмульгированного топлива состоят из частиц топлива, внутри которых располагается большое количество хаотически движущихся включений воды. При температурах, превышающих температуру кипения воды, эти



а)



б)



в)

Рис. 6. *Значение турбулентной кинетической энергии потока топлива:*
а – дизельное топливо; *б* – ВТЭ с диаметром капель воды 50 мкм; *в* – ВТЭ с диаметром капель воды 5 мкм

включения быстро испаряются, что приводит к микротурбулизации топливовоздушной смеси, снижению расхода топлива, уменьшению содержания в ОГ продуктов неполного сгорания. Кроме того, присутствие значительного количества паров воды в зонах КС с недостатком кислорода препятствует крекингу топлива при высоких температурах, а также способствует газификации образовавшегося ранее углерода, что приводит к значительному уменьшению сажеобразования. Наблюдаемое при подаче воды в цилиндры дизеля снижение температур сгорания благоприятно сказывается на выбросах с ОГ оксидов азота.

Результаты проведенных расчетно-экспериментальных исследований подтверждают перспективность использования эмульгированных топлив в дизелях транспортного назначения. Расчетные исследования показали, что при переходе от нефтяного ДТ на ВТЭ с 15 %-ным содержанием воды наблюдается небольшое увеличение давления перед распыливающими отверстиями форсунки, немного возросла и турбулентная кинетическая энергия потока топлива на входе в распыливающее отверстие. Указанный рост давлений впрыскивания и турбулентной кинетической энергии при использовании ВТЭ способствуют более качественному распыливанию топлива. Дополнительная турбулизация потока топлива достигается уже в камере сгорания за счет быстрого испарения капель воды из эмульгированного топлива. При переходе от нефтяного дизельного топлива на водотопливные эмульсии удельный массовый выброс оксидов азота снижается на 20–30 %. Их применение позволяет также снизить дымность ОГ на 40–50 %.

Следует также отметить необходимость оптимизации состава эмульгированного топлива с уче-

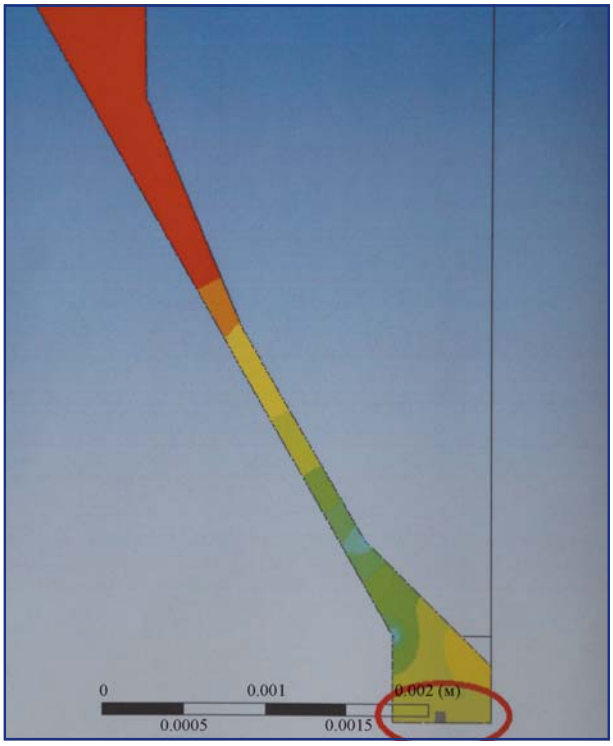


Рис. 7. Расчетная точка – на входе в распыливающее отверстие форсунки

Таблица 3

Сводная таблица результатов расчетных исследований в расчетной точке

Вид топлива	Давление, МПа	Скорость, м/с	Турбулентная кинематическая энергия, $м^2/с^2$
Нефтяное ДТ	47,6	93,3	18,2
ВТЭ (85 % ДТ + + 15 % воды) с диаметром капель воды 50 мкм	47,8	82,6	18,5
ВТЭ (85 % ДТ + + 15 % воды) с диаметром капель воды 5 мкм	47,9	83,1	18,3

том показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов, а также необходимость дополнительных исследований структуры водотопливной эмульсии на указанные показатели дизеля. Еще одним направлением дальнейших исследований следует считать повышение стабильности эмульгированных топлив при хранении. Необходимо рассмотреть и возможности получения водотопливных эмульсий непосредственно на борту автомобиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов Л.В. и др.** Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учеб. пособие. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2008. 464 с.

2. **Парсаданов И.В.** Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экономического критерия. Харьков: Изд-во Харьковского политехнического института, 2003. 244 с.

3. **Лерман Е.Ю., Гладков О.А.** Высококонцентрированные водотопливные эмульсии – эффективное средство улучшения экологических показателей легких быстроходных дизелей // Двигателестроение. 1986. № 10. С. 35–37.

4. **Марков В.А., Девянин С.Н., Шумовский В.А. и др.** Работа дизелей на водотопливных эмульсиях // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 3. С. 67–71.

5. **Марков В.А., Тарантин С.А., Девянин С.Н.** Использование водотопливных эмульсий в качестве топлива для дизелей // Грузовик. 2012. № 8. С. 33–42.

6. **Малов Р.В., Пекшев В.В.** Эмульгирование топлива и экологические характеристики дизеля // Автомобильная промышленность. 1992. № 8. С. 15–18.

7. **Лиханов В.А., Сайкин А.М.** Снижение токсичности автотракторных дизелей. М.: Колос, 1994. 224 с.

8. **Лебедев О.Н., Сомов В.А., Сисин В.Д.** Водотопливные эмульсии в судовых дизелях. Л.: Судостроение, 1988. 105 с.

9. **Kee S.-S., Mohammadi A., Hirano H.** Experimental Study on Combustion Characteristics and Emissions Reduction of Emulsified Fuels in Diesel Combustion Using a Rapid Compression Machine // SAE Technical Paper Series. 2003. № 2003-01-1792. P. 1–8.

10. **Hountalas D.T., Mavropoulos G.C., Zannis T.C. et al.** Use of Water Emulsion and Intake Water Injection as NO_x Reduction Techniques for Heavy Duty Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. 2006. № 2006-01-1414. P. 1–15.

11. **Марков В.А., Девянин С.Н., Мальчук В.И.** Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 360 с.

12. **Кутовой В.А.** Впрыск топлива в дизелях. М.: Машиностроение, 1981. 119 с.

13. **Трусов В.И., Дмитриенко В.П., Масляный Г.Д.** Форсунки автотракторных дизелей. М.: Машиностроение, 1977. 167 с.

14. **Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А.** Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для вузов. М.: Изв-во "Легион-Автодата", 2005. 344 с.

15. **ANSYS CFX,** Release 12.1, HELP & Tutorials. Canonsburg (USA), Inc. Release Notes, 2009. 58 p.

16. **Марков В.А., Стремяков А.В., Акимов В.С., Шумовский В.А.** Метод улучшения качества распыливания топлива в дизеле, работающем на смесевом биотопливе // Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 2. С. 24–29.

17. **Марков В.А., Стремяков А.В., Акимов В.С., Шумовский В.А.** Расчетные исследования процесса топливоподачи дизеля, оснащенного распылителями форсунок с различной геометрией проточной части // Грузовик. 2011. № 3. С. 13–17.

18. **Никольский Б.П., Григоров О.Н., Позин М.Е. и др.** Справочник химика. Т. 2. Основные свойства неорганических и органических соединений // Под ред. Б.П. Никольского. 3-е издание. Л.: Химия, 1971. 1168 с.

19. **Варгафтик Н.Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. 2-е издание. М.: Наука, 1972. 720 с.

20. **Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т.** Свойства газов и жидкостей: Справ. пос. Л.: Химия, 1982. 592 с.

21. **Аттия А.М.А., Кульчицкий А.Р.** Управление структурой водотопливной эмульсии // Research papers of Lithuanian University of Agriculture. 2012. Vol. 46. № 2–3. P. 112–126.

22. **Аттия А.М.А., Кульчицкий А.Р.** Улучшение экологических и экономических показателей дизеля за счет изменения структуры водотопливной эмульсии // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели. Владимир: ФГОУ ВПО "Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых", 2012. 20 с.

УДК 656.12

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

А.С. Гаваев, канд. техн. наук; **Д.А. Чайников,** канд. техн. наук;
С.А. Ярков, канд. техн. наук, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В работе представлены стендовые результаты исследований по выявлению зависимости влияния отрицательных температур окружающего воздуха на выбросы вредных веществ с отработавшими газами у газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе и бензине.

Ключевые слова: газобаллонные автомобили; выбросы вредных веществ; сжиженный нефтяной газ; низкотемпературные условия эксплуатации; отработавшие газы.

ASSESSMENT OF THE NEGATIVE AMBIENT TEMPERATURES IMPACT ON THE CHANGE OF HARMFUL SUBSTANCES EMITTED WITH EXHAUST GASES OF GAS-CYLINDER VEHICLES

Gavaev A.S., Chainikov D.A., Iarkov S.A.

The paper presents the results of bench research to identify the influence of low temperature operating conditions on the harmful substances emitted with exhaust gases for gas-cylinder vehicles fuelled with liquefied petroleum gas and gasoline.

Keywords: gas-cylinder vehicles; harmful substances emissions; liquefied petroleum gas; low temperature operating conditions; exhaust gases.

Проблемные вопросы охраны окружающей среды от загрязнения вредными веществами (ВВ) автомобильного транспорта и промышленности являются сегодня приоритетными задачами для правительств, научных организаций и бизнеса.

Прогноз НАМИ по определению ожидаемого глобального снижения выбросов парниковых газов – CO_2 мировым парком автотранспорта в 2030 и 2050 гг., на основании проведенных исследований, показал, что при намеченном переходе на альтернативные топлива и выпуск более "экологичных" автомобилей выбросы CO_2 в 2050 г., несмотря на увеличение мирового парка автомобилей до 2,5 млрд ед., будут снижены до уровня 2005 г. [1]. Данный прогноз позволяет говорить об актуальности использования сжиженного нефтяного газа (СНГ) [2, 6, 7] и сжатого природного газа (КПГ) [4, 5, 8, 10–12] в качестве моторного топлива для автомобильного транспорта.

Содержание ВВ в отработавших газах (ОГ) зависит от различных факторов условий эксплуа-

тации, среди которых одну из важных ролей играет температура окружающего воздуха.

В течение 4–8 месяцев в году на 80 % территории Российской Федерации (центральные и северные части России, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток) большое количество грузовых и легковых автомобилей эксплуатируются на различных видах топлива в условиях отрицательных температур окружающего воздуха [3, 9]. Но влияние низких температур окружающего воздуха на изменение токсичности отработавших газов газобаллонных автомобилей изучено недостаточно. Поэтому необходимость проведения соответствующих исследований является актуальной научной задачей.

Цель исследования состоит в повышении эффективности эксплуатации газобаллонных автомобилей на основе выявления и использования закономерностей влияния низкотемпературных условий эксплуатации на токсичность ОГ.

Объектом исследования служит процесс изменения содержания оксидов углерода, углеводородов, оксидов азота в ОГ газобаллонных автомобилей при отрицательных температурах окружающего воздуха, а предметом исследования – этот процесс для автомобиля ГАЗ-3302 с двигателем ЗМЗ-4063.10.

Таким образом, для достижения поставленной в работе цели необходимо решить следующую основную задачу – выявить закономерность изменения содержания ВВ в ОГ от температуры воздуха на входе в двигатель при различных нагрузочных и скоростных режимах работы.

Для решения поставленных задач разработана общая методика исследований, которая включает в себя проведение аналитических и экспериментальных исследований, получение результатов и их анализ.

При аналитических исследованиях установлены математические модели влияния температуры воздуха на входе в двигатель на содержание CO, C_nH_m и NO_x. Также производим оценку приспособленности газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов [7].

Анализ проведенных ранее исследований показал, что в бензиновых двигателях образование CO, C_nH_m и NO_x зависит в основном от состава горючей смеси поступающей в цилиндры двигателя. В связи с этим можно выдвинуть следующую гипотезу: бензин и сжиженный нефтяной газ являются углеводородами, поэтому протекание процесса сгорания в двигателях при работе на данных видах топлива аналогично. Следовательно, математические модели, разработанные для оценки токсичности отработавших газов при работе автомобиля на бензине, могут быть применены для оценки его токсичности при эксплуатации на газовом топливе. Показателем, количественно характеризующим состав горючей смеси, является коэффициент избытка воздуха (α). Исходя из имеющихся зависимостей влияния a на изменение объемного содержания CO, C_nH_m и NO_x и зависимости влияния темпе ратуры воздуха на α, содержание CO, C_nH_m и NO_x в отработавших газах увеличивается как при понижении, так и при повышении температуры воздуха на входе в двигатель по сравнению с номинальным значением. Из этого следует, что математическая модель изменения содержания вредных веществ (X) от температуры окружающего воздуха ($t_в$) может быть описана квадратичными моделями приспособленности:

$$X_{CO} = X_{CO(опт)} + S_{COt}(t_ф - t_{CO(опт)})^2, \quad (1)$$

$$X_{CH} = X_{CH(опт)} + S_{CHt}(t_Ф - t_{CH(опт)})^2, \quad (2)$$

$$X_{NO} = X_{NO(опт)} + S_{NOt}(t_Ф - t_{NO(опт)})^2, \quad (3)$$

где X_{CO}, X_{CH}, X_{NO} – соответственно содержание CO, C_nH_m и NO_x при температуре воздуха $t_ф$, %; $X_{CO(min)}$, $X_{CH(min)}$, $X_{NO(min)}$ – оптимальное содержание соответственно CO, C_nH_m и NO_x, %; S_{COt}, S_{CHt}, S_{NOt} – параметры чувствительности к изменению температуры воздуха по содержанию соответственно CO, C_nH_m и NO_x, %, °C; $t_{CO(опт)}$, $t_{CH(опт)}$, $t_{NO(опт)}$ – оптимальная температура входящего в двигатель воздуха по содержанию CO, C_nH_m и NO_x, °C.

Результатом проведения стендовых испытаний является установление закономерности изменения содержания вредных веществ (CO, C_nH_m и NO_x) в отработавших газах двигателя при отрицательных температурах на входе в двигатель. Стендовые испытания двигателя на содержание вредных веществ в отработавших газах проводились на двигателе ЗМЗ-4063.10. Экспериментальные исследования проводятся при различных температурах воздуха на входе в двигатель, оборотах коленчатого вала, тормозном крутящем моменте (нагрузке). Замеры по содержанию CO, C_nH_m и NO_x в отработавших газах проводятся на двух видах топлива – сжиженный нефтяной газ и бензин, по циклу ESC (European Stationary Cycle) – испытательный цикл, состоящий из 13 режимов устойчивой работы двигателя, при температуре воздуха на входе в двигатель от –30 до +25 °С. Минимальный уровень температуры воздуха задавался исходя из того, что автомобиль ГАЗ-3302 "Газель" предназначен для эксплуатации в интервале температур от –30 до +40 °С [1] . Верхний предел принимался равным стандартной температуре (+25 °С).

При испытании двигателя на содержание ВВ в ОГ применялось топливо и масло, указанные в технических условиях предприятия-изготовителя. Перед началом испытаний, двигатель, стенд и измерительная аппаратура внимательно осматривались. Основное внимание уделялось отсутствию подтеканий топлива, масла и охлаждающей жидкости; исправности охлаждающей системы; отсутствию на стенде посторонних предметов, исправности измерительных приборов.

Перед проведением испытаний измеряется температура наружного воздуха и охлаждающей жидкости. Температуру охлаждающей жидкости измеряем на выходе из головки блока цилиндров.

После запуска (до начала измерений) двигатель прогревали до рабочей температуры. Согласно методике производятся замеры параметров работы двигателя: частоты вращения коленчатого вала и тормозного крутящего момента, а также часовой расход топлива, температуру воздуха на входе в двигатель, охлаждающей жидкости, содержание CO, C_nH_m и NO_x в отработавших газах.

В процессе проведения экспериментов на каждом установленном режиме перед началом измерений двигатель работал некоторое время для стабилизации теплового состояния. Для этого обычно было достаточно 3–5 мин. Признаком стабилизации режима является прекращение изменения величины крутящего момента двигателя, а также температуры охлаждающей жидкости.

Для проведения стендовых испытаний была создана экспериментальная установка, состоящая из силовой установки, тормозного весового устройства, блока управления и измерительного оборудования, а также специального оборудования, расположенного на открытом воздухе вне помещения лаборатории, для имитации низкотемпературных условий эксплуатации двигателя. Общая схема представлена на рис. 1.

Блок управления и измерительного оборудования состоит из контрольно-измерительных приборов силовой установки, блока терморегулировки и измерения температур охлаждающей жидкости и воздуха на входе в двигатель, термобарогигрометра, блока управления тормозным устройством. В состав блока управления входят также анализирующие приборы: газоанализатор ГИАМ – 27– 04 с блоком-восстановителем БВ – 1, газоанализатор ГИАМ – 29.

В состав контрольно-измерительных приборов силовой установки входят: тахометр, вольтметр, датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик давления масла в двигателе, датчик уровня топлива в баке, соединительные провода и механизм управления положением дроссельной заслонки, включающий реверсивный электродвигатель РД-09 постоянного тока с конденсатором, редуктором, тягой.

Блок терморегулировки и измерения температур включает: термопары в системе охлаждения двигателя (ТС 045+50М.В3.60), они фиксируют температуру охлаждающей жидкости на выходе из головки блока цилиндров, термопары на входе в двигатель (ТПП 5.182.002), они установлены на расстоянии 15 см от входа в двига-

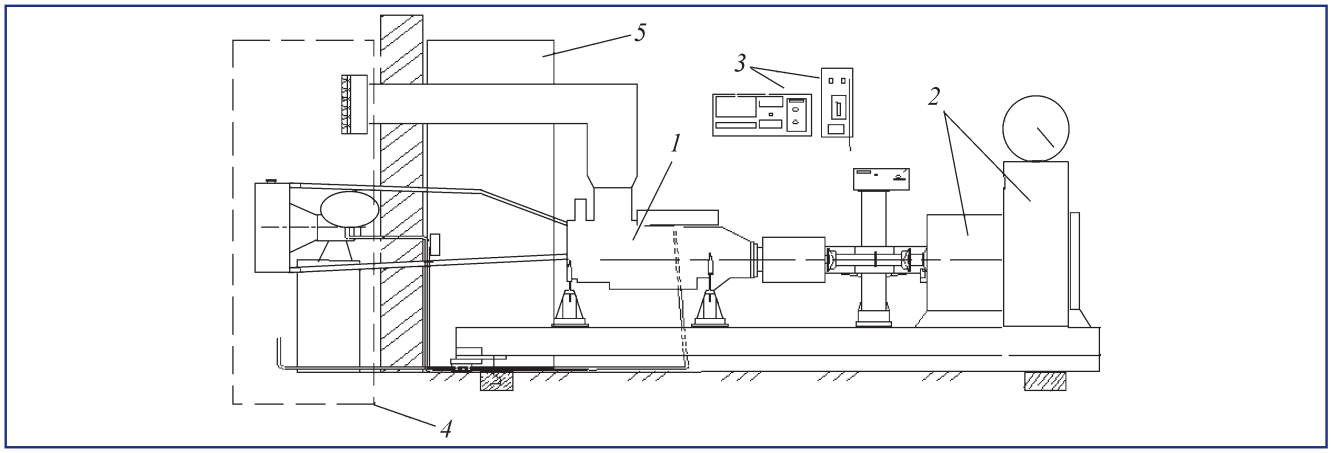


Рис. 1. *Схема тормозного стенда:*
1 – силовая установка; *2* – тормозное-весовое устройство; *3* – блок управления; *4* – выносное оборудование; *5* – жидкостный реостат

тель (для измерения температуры воздуха на входе в двигатель). При помощи терморегуляторов температуры (Овен ТРМ 1), осуществляется поддержание заданных температур воздуха и охлаждающей жидкости с точностью 0,5 °С. Установка и поддержание необходимой температуры воздуха на входе в двигатель осуществляется нагревом канальным нагревателем РВЕС 250/9.

При проведении стендовых испытаний были получены зависимости влияния температуры воздуха на входе в двигатель на содержание ВВ в ОГ при различной частоте вращения коленчатого вала и нагрузке на двигатель, создаваемой тормозным устройством. Графические зависимости изменения выбросов ВВ с ОГ одного из режимов представлены на рис. 2–4.

Обработка результатов исследований позволила определить численные значения параметров математических моделей. При работе двигателя на бензине на режиме P = 28,5 кВт, n = = 2650 мин$^{-1}$ уравнения изменения содержания ВВ в ОГ имеют вид:

$$X_{CO} = 0{,}39 + 8 \cdot 10^{-4} (t_{ф} - (-13))^2, \qquad (4)$$

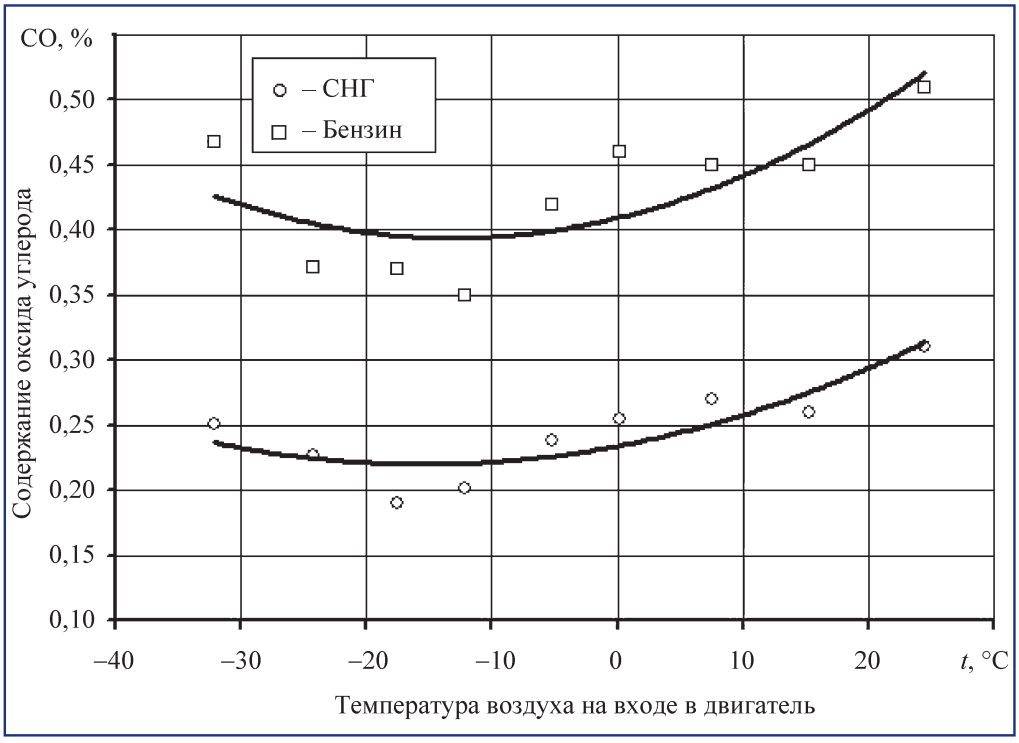


Рис. 2. *Зависимость содержания оксида углерода в ОГ от температуры воздуха на входе в двигатель при P = 28,5 кВт, n = 2650 мин$^{-1}$*

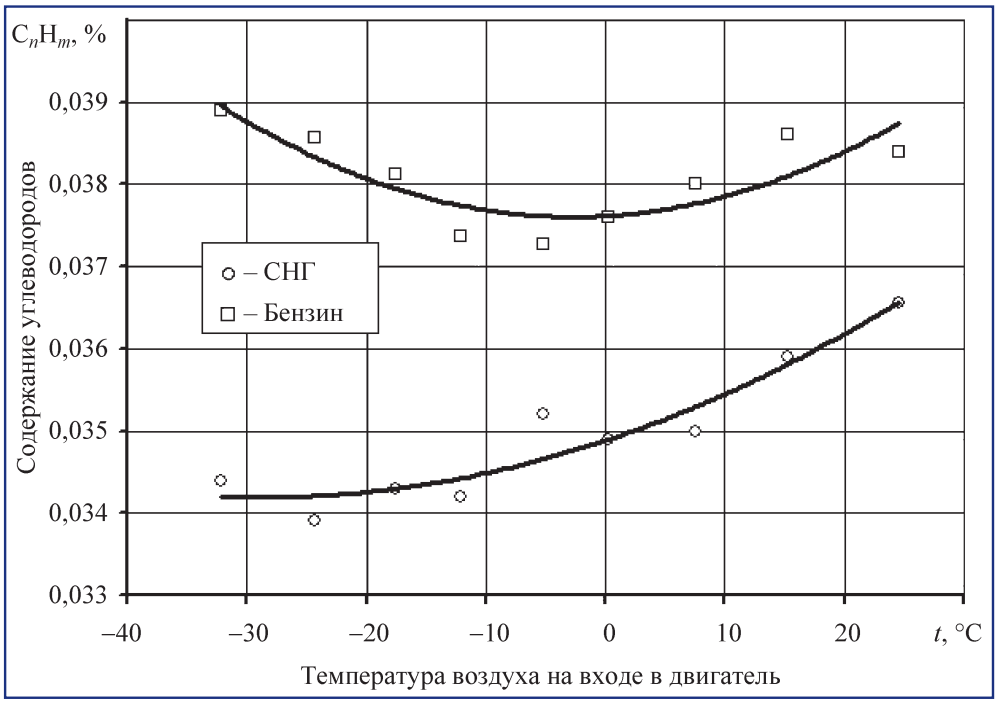


Рис. 3. *Зависимость содержания углеводородов в ОГ от температуры воздуха на входе в двигатель при P = 28,5 кВт, n = 2650 мин$^{-1}$*

$$X_{\text{CH}} = 0{,}038 + 1{,}4 \cdot 10^{-4} (t_{\text{ф}} - (-3))^2, \quad (5)$$

$$X_{\text{NO}} = 0{,}087 - 2{,}9 \cdot 10^{-5} (t_{\text{ф}} - (-1))^2. \quad (6)$$

При работе двигателя на СНГ на режиме $P = 28{,}5$ кВт; $n = 2650$ мин$^{-1}$ уравнения изменения содержания ВВ в ОГ имеют вид:

$$X_{\text{CO}} = 0{,}23 + 4{,}2 \cdot 10^{-4} (t_{\text{ф}} - (15))^2, \quad (7)$$

$$X_{\text{CH}} = 0{,}035 + 4{,}4 \cdot 10^{-5} (t_{\text{ф}} - (-20))^2, \quad (8)$$

$$X_{\text{NO}} = 0{,}07 - 3 \cdot 10^{-5} (t_{\text{ф}} - 6)^2. \quad (9)$$

Из представленных графических зависимостей следует, что температура воздуха на входе в двигатель существенно влияет на объемное содержание CO, C_nH_m и NO_x в ОГ. Это объясняет-

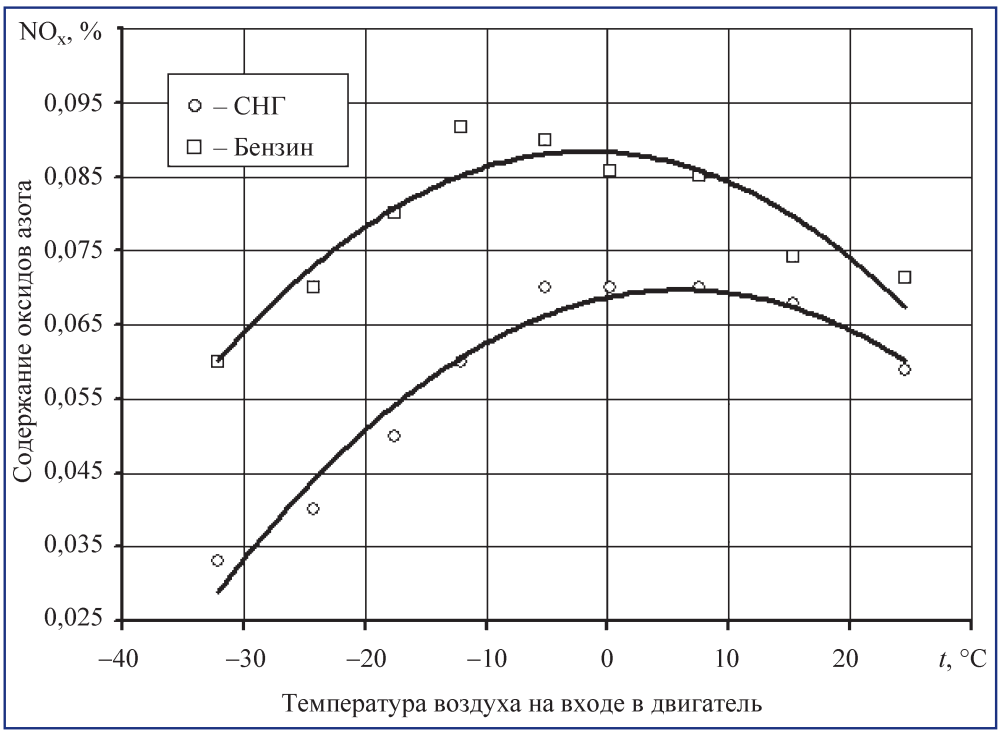


Рис. 4. *Зависимость содержания оксидов азота в ОГ от температуры воздуха на входе в двигатель при P = 28,5 кВт, n = 2650 мин$^{-1}$*

ся изменением состава топливовоздушной смеси и, соответственно, коэффициентом избытка воздуха α . С понижением температуры воздуха на входе в двигатель увеличивается плотность воздуха, а это ведет к повышению коэффициента избытка воздуха α.

При использовании бензина в качестве топлива значительная его часть поступает в цилиндры в виде жидкой фазы (капель и пленки), что ведет к ухудшению смесеобразования, по сравнению с применением СНГ, который поступает двигатель в виде газовой фазы.

Токсичность ОГ при переводе двигателей на питание СНГ заметно снижается. Уменьшается количество продуктов неполного сгорания, таких как оксид углерода и углеводороды в ОГ. Одновременно с этим несколько уменьшается и концентрация оксидов азота в связи с более низкой температурой рабочего цикла. Газовое топливо по сравнению с бензином имеет более широкие пределы воспламенения.

Содержание оксида углерода в ОГ достигает минимума в диапазоне значений температур воздуха на входе в двигатель ЗМЗ-4063.10 от –20 до +5 °С при работе двигателя на бензине, и от –27 до 0 °С при работе на СНГ в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов работы.

Содержание углеводородов в ОГ в зависимости от температуры воздуха на входе в двигатель изменяется незначительно. При понижении температуры воздуха на входе в двигатель объемное содержание оксидов азота в ОГ уменьшается, как при работе на бензине, так и на СНГ.

Таким образом, проанализировав установленные зависимости влияния температуры воздуха на содержание вредных веществ в отработавших газах, можно сделать вывод, что при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе автомобиль более приспособлен к низкотемпературным условиям эксплуатации, чем при его работе на бензине.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Азаров В.К.** Разработка комплексной методики исследований и оценки экологической безопасности автомобилей // Автореферат дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / р. науч.-исслед. автомобил. и автомотор. ин-т "НАМИ". Москва, 2014. 7 с.

2. **Анисимов И.А., Иванов А.С., Чикишев Е.М., Белов А.Г., Гаваев А.С.** Приспособленность газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по расходу топлива и выбросам вредных веществ с отработавшими газами // Ответственный редактор И.А. Анисимов. Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. 296 с.

3. **Анисимов И.А.** Приспособленность автомобилей с дизельными двигателями к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов // Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. 20 с.

4. **Анисимов И.А., Чикишев Е.М.** Исследования приспособленности автомобилей, работающих на природном газе и бензине, к фактическим температурам воздуха // Газовая промышленность. М.: ООО "Газоилпресс", 2014. № 2 (702). С. 82–85.

5. **Анисимов И.А., Чикишев Е.М., Иванов А.С.** Оценка приспособленности газодизельных автомобилей методом конструктивных аналогий // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: Машиностроение, 2014. № 11 (92). С. 13–18.

6. **Гаваев А.С.** Оценка условий эксплуатации автомобильного транспорта // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. Т. 3. С. 20–21.

7. **Гаваев А.С.** Приспособленность газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов и расходу топлива // дисс. ... канд. техн. наук. Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. 126 с.

8. **Ерохов В.И.** Газодизельная система нового поколения // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: Машиностроение, 2013. № 9 (78). С. 15–23.

9. **Захаров Д.А.** Влияние зимних условий эксплуатации автомобилей на топливную экономичность двигателей. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. 17 с.

10. **Чикишев Е.М.** Выявление причин, сдерживающих газификацию автомобильного транспорта природным газом // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: Машиностроение, 2016. № 1 (106).

11. **Чикишев Е.М.** Необходимость сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций в г. Тюмени // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: Машиностроение, 2015. № 9 (102). С. 10–13.

12. **Чикишев Е.М., Иванов А.С., Анисимов И.А.** Перспективы использования природного газа и приборов его учёта на автомобильном транспорте // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: Машиностроение, 2015. № 4 (97). С. 3–9.

УДК 622.691.4.052.012

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ МАГНИТНОГО ПОДВЕСА ДЛЯ РОТОРНЫХ МАШИН

Д.А. Кочетов, канд. техн. наук; **Д.В. Кравцов,** канд. техн. наук;
Е.В. Кравцова, д-р техн. наук, ОКБ СМП, г. Москва

Авторы статьи излагают современные тенденции развития систем магнитного подвеса (СМП), которые становятся понятны из доступной литературы и других источников, а также обосновывают свой взгляд на каждый упомянутый пункт.

Ключевые слова: аппаратура; производственный цикл; роторная машина; система магнитного подвеса.

MODERN MAGNETIC SUSPENSION SYSTEMS FOR ROTATING MACHINES

The authors set out the modern tendencies of development of magnetic suspension systems (SMP), which become apparent from the available literature and other sources, as well as justify their opinion on each said item.

Keywords: equipment; production cycle; rotary machine; magnetic suspension system.

К настоящему времени электромагнитные подшипники для роторных машин перестали быть экзотикой для промышленности, зарекомендовали себя как экономически эффективная, современная и прогрессивная технология, но еще не стали привычным отработанным продуктом. Происходит это потому, что система магнитного подвеса СМП (собственно магнитные подшипники МП + аппаратура управления ими АМП) представляют собой совокупность разнородных систем, таких как механическая часть, электромеханическая и система регулирования. Каждая часть системы влияет на другие, и их взаимодействие трудно поддается адекватному математическому описанию именно из-за их разнородности. Предприятиям-изготовителям магнитных подшипников необходимо иметь в своем штате квалифицированных специалистов в каждой из этих областей, которые способны работать еще и на стыке этих областей. Это непростая задача.

Исторически в России работают несколько производителей СМП. Среди российских компаний можно назвать ОАО "Корпорация ВНИИЭМ", ОАО "ОДК-ГТ", ООО Фирма "Калининградгазприборавтоматика", среди иностранных компаний – мировой лидер S2M-SKF (Франция), Waukesha Bearings (Великобритания). Каждая из компаний имеет свой подход к проектированию СМП, старается сохранить свои коммерческие и технологические тайны от конкурентов, и это понятно. Именно по этой причине достаточно сложно получить полное представление о принципах построения СМП разными компаниями: существующая доступная информация, как правило, имеет поверхностный, рекламный характер. Тем не менее, в этой статье авторы попытаются изложить основные тенденции развития СМП, которые становятся понятны из разрозненных источников, доступной литературы и т.п., и обосновать свой взгляд на каждый упомянутый пункт.

DSP или промышленные микроконтроллеры?

Для использования в цифровой аппаратуре управления магнитными подшипниками компаниями-производителями использовались различные микроконтроллеры, которые можно было разделить на две основные группы: DSP (Digital Signal Processor – цифровой сигнальный процессор) и промышленные микроконтроллеры общего назначения. Принципиальное отличие состоит в том, что основные расчетные операции сигнальный процессор выполняет, как правило, значительно быстрее, чем промышленный микроконтроллер. А так как скорость работы системы управления является принципиальной характеристикой СМП, то следовал почти однозначный вывод – более правильно использовать DSP.

Однако, как и всегда в этом мире, существует другая сторона вопроса, которая состоит в том, что СМП требует от основного процессора не только скорости, но и хорошо развитой периферии, например, наличия таймеров, ЦАП/АЦП, модуля широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и т.п. В случае использования DSP вся эта периферия наращивалась как внешние устройства, что, естественно, существенно замедляло скорость реакции всей системы. В случае же использования подходящего промышленного контроллера необходимая периферия уже встроена в микроконтроллер, имеет свой периферийный контроллер, не зависящий от центрального ядра и поэтому не снижает вычислительной мощности контроллера при обработке внешних сигналов. Таким образом, выбор регулирующего органа не является такой уж однозначной задачей, как это казалось сначала.

На самом деле жизнь поставила все на свои места, и в настоящее время передовые DSP получили развитую периферию, а современные промышленные контроллеры имеют встроенный DSP. Таким образом, шансы уравнялись, и далее результат уже зависит больше от квалификации разработчиков, чем от выбора микроконтроллера.

Усложнение функций контроллера СМП

В настоящее время среди разработчиков СМП существует тенденция к усложнению сервисных функций управления, расширения количества представлений режимов работы, т.е. нагружение управляющего контроллера СМП помимо функции собственно регулирования сопутствующими функциями (например, отображением скорости вращения, температуры обмоток МП и окружающей их среды, осевой силы и т.п.). Естественно, целью такого усложнения является получение большого количества информации, которая могла бы позволить быстрее и правильнее реагировать на изменяющуюся, в том числе, и нештатную ситуацию.

Однако нештатные ситуации, например, повышение температуры обмоток МП, повышение температуры усилителей мощности, превышение уставок токов и вибраций ротора и т.п. могут быть вызваны всего двумя причинами:

– нештатным режимом работы агрегата;

– аварией в датчиковой системе, электромагнитах или АМП.

В первом случае АМП не управляет рабочим процессом, а только передает параметры СМП на САУ ГПА. Таким образом, нет необходимости вводить в аппаратуру управления МП индикацию этих величин, они должны сразу передаваться на САУ агрегата и служить указанием персоналу о необходимости изменения режима работы агрегата.

Во втором случае агрегат необходимо немедленно отключать, поэтому в аппаратуре управления необходимо предусмотреть достаточное количество защит от аварийных ситуаций.

Устранение лишних функций упрощает (т.е. делает более надежной) и удешевляет (т.е. делает более коммерчески оправданной) аппаратуру управления. Поэтому, на наш взгляд, не имеет особого смысла дублировать большинство сигналов в САУ ГПА и на дисплее АМП. Все сигналы, на нештатные значения которых невозможно отреагировать непосредственно на месте установки АМП, должны индицироваться только в САУ ГПА. В АМП должны быть предусмотрены только защиты от аварийных ситуаций в самой аппаратуре и от ситуаций на агрегате, приводящих к аварии АМП. Конечно, при этом в АМП должна быть предусмотрена как телемет-

рическая передача на САУ ГПА необходимых внутренних сигналов по согласованному протоколу, так и калиброванные выходы внутренних датчиков (перемещений, токов, температур, скорости вращения и т.д.). Последние должны быть стандартизованы преобразователями 4–20 мА для выдачи их в необходимом объеме на САУ ГПА.

Индикация параметров системы на аппаратуре управления

Появление всякого рода гаджетов с возможностью быстрой обработки данных провоцирует их использование для отображения каких-то усложненных образов процесса на аппаратуре управления: траекторий движения ротора, спектров вибраций, корреляций, анимации и т.п. Во многих случаях насыщение аппаратуры АМП дополнительными функциями измерения и индикации обуславливается также рекламными соображениями. Но по описанным в п. 2 причинам нет необходимости использовать сложные устройства индикации на аппаратуре управления – дежурный оператор все равно не пользуется ими, все управление и наблюдение ведется от САУ ГПА, которая расположена удаленно от отсека автоматики (рис. 1).

С другой стороны при настройке и пусконаладке СМП сервисные специалисты, находясь в отсеке автоматики, могут использовать индикацию параметров и состояния системы. Современное программное обеспечение для управляющих контроллеров СМП позволяет получать все необходимые характеристики системы, включая частотный и корреляционный анализ, отображение траекторий движения ротора и даже, при наличии соответствующих датчиков, форм колебаний всей роторной системы.

Однако для служб эксплуатации наиболее востребованными являются две сервисные функции (необходимость в которых возникает обычно при работах на агрегате, требующих разборки подшипниковых узлов), а именно:

– определение амплитудно-частотных характеристик замкнутой системы управления на взвешенном роторе (рис. 2);

– коррекция параметров системы управления программным путем без выключения аппаратуры управления и даже при работе агрегата (рис. 3). Эти операции могут проводиться сервисной службой или подготовленной службой

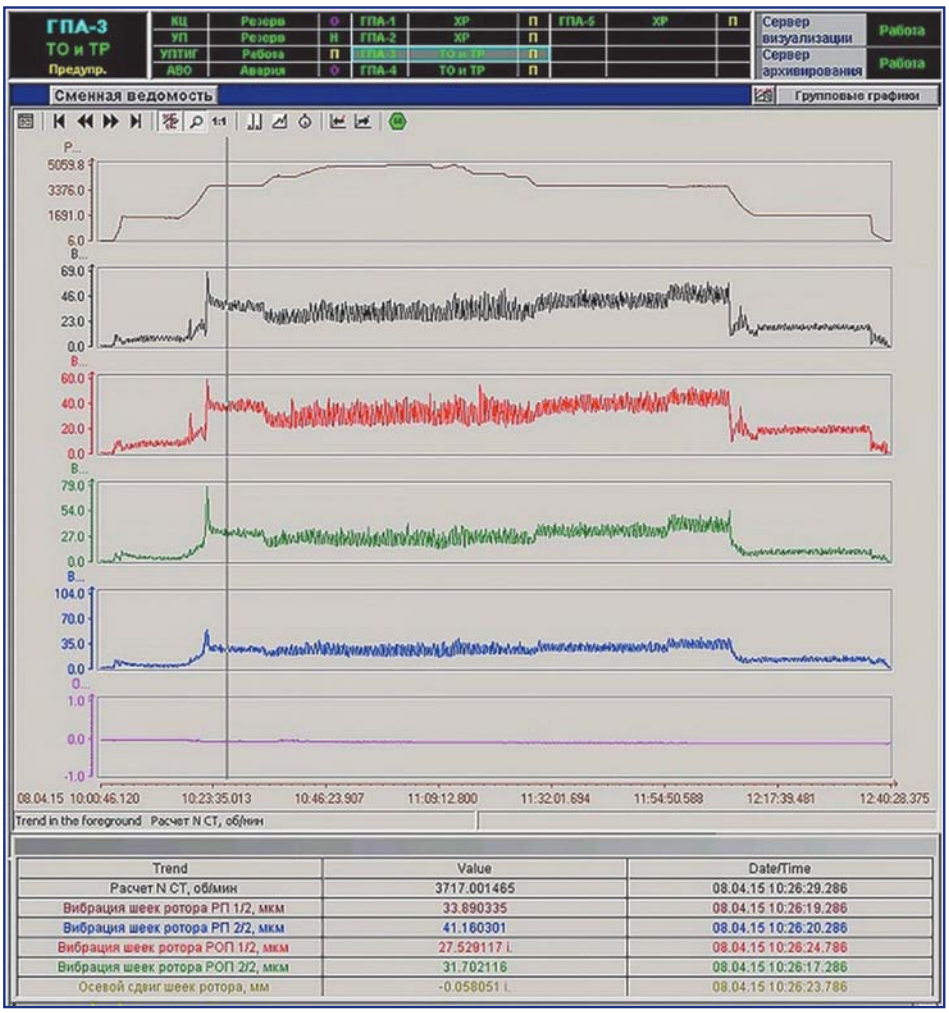


Рис. 1. *Скорость вращения ротора, виброперемещения по осям подшипников, степень сжатия*

Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики замкнутой системы управления на взвешенном роторе

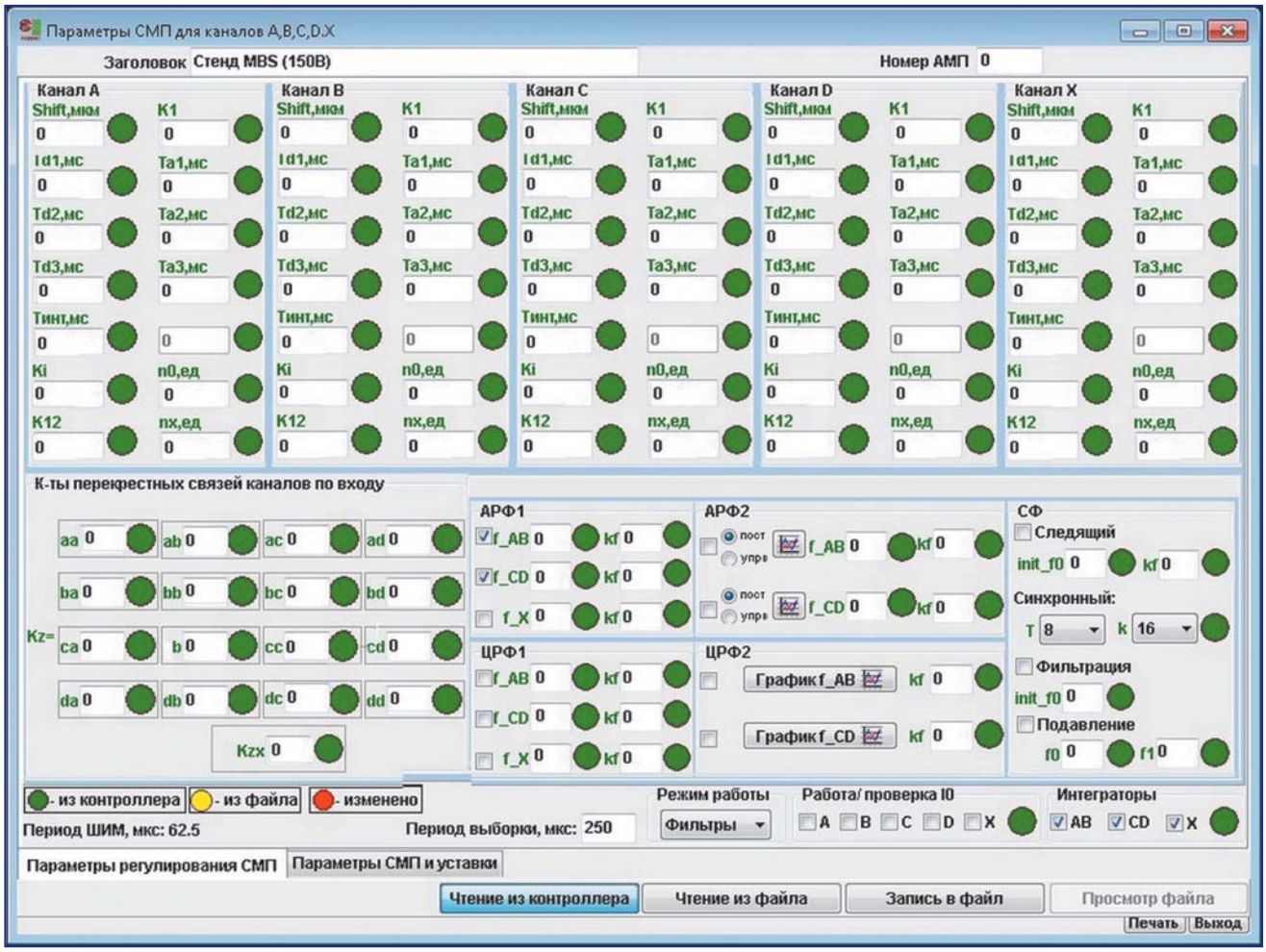


Рис. 3. Коррекция параметров системы управления программным путем без выключения аппаратуры управления и даже при работе агрегата

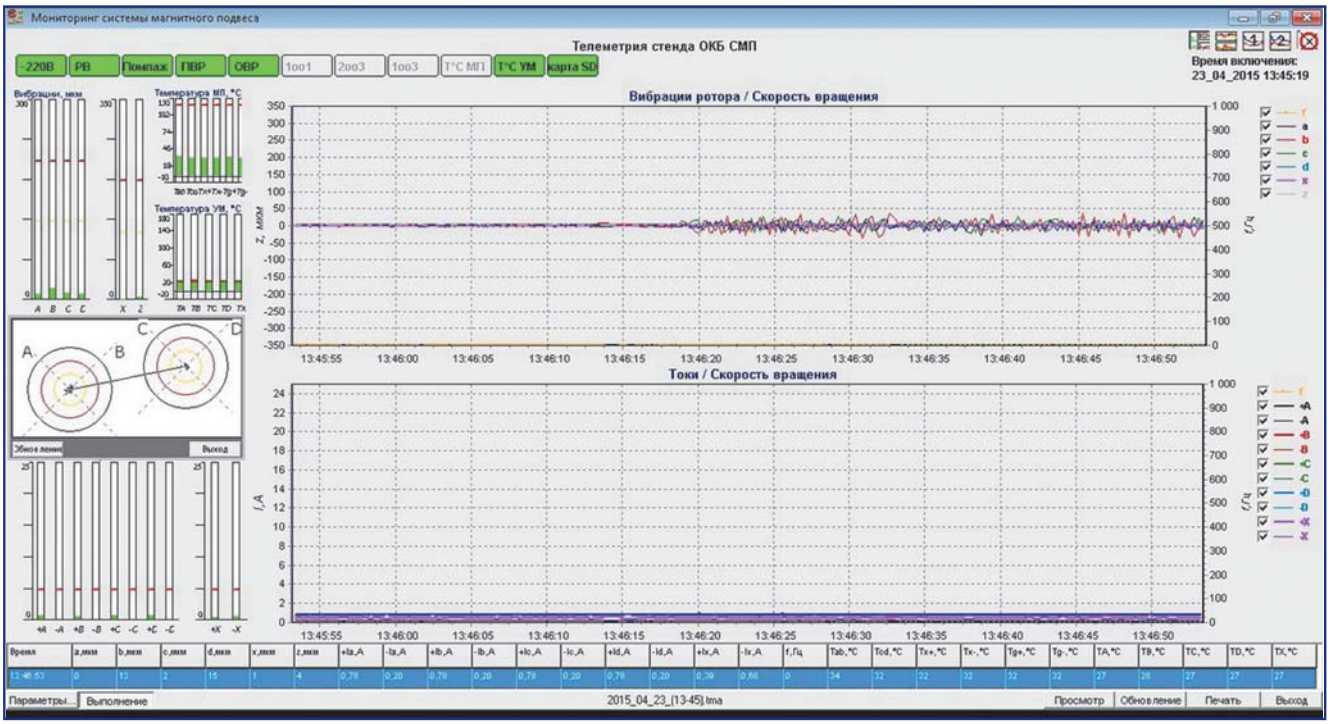


Рис. 4. Мониторинг систем магнитного подвеса

эксплуатации как с использованием устройств индикации, предусмотренных в АМП, так и с помощью внешнего ноутбука.

Как показал наш опыт, более сложные измерения, которые проводятся сервисным персоналом при пусконаладочных работах, удобнее проводить не с использованием встроенных в АМП функций измерения и диагностики, а с помощью как внешнего компьютера, так и дополнительных аналоговых приборов. Это, на первый взгляд, спорное утверждение основывается на мнении сервисного персонала о неудобстве управления одновременно несколькими виртуальными приборами на одном дисплее.

Таким образом, вопрос о необходимости расширения функций индикации состояния и управления параметрами СМП на встроенном дисплее также неоднозначен. В соответствии с веянием времени специалисты ОАО "ОДК-ГТ" в настоящее время оснащают выпускаемые АМП современным монитором с большим набором возможностей измерения и управления характеристиками СМП (рис. 4).

Таким образом, если принять тезис об ограничении количества информации, отображаемой на дисплее АМП, то можно прийти к выводу, что сама аппаратура может работать в режиме "черного ящика" и не требовать наблюдения служб эксплуатации в процессе работы – все необходимые сведения о работе СМП индицируются на САУ ГПА. На самой АМП необходима только информация о результатах диагностики внутренних защит (при внутренних авариях) и, возможно, стартовой проверки системы. Такое построение СМП, на наш взгляд, соответствует современным принципам организации систем управления – все параметры системы, по которым может производиться управление режимом работы агрегата, должны быть представлены на САУ ГПА, а сама СМП требует внимания только при внутренних нарушениях или авариях, приводящих к необходимости проверок и/или ремонта.

Увеличение жесткости каналов регулирования СМП

Известно, что электромагнитные подшипники имеют принципиальный неустранимый физический недостаток – меньшую жесткость по сравнению с традиционными подшипниками, качения или скольжения. Следствием этой особенности МП являются большие вибрации ротора при внешних возмущениях, например, предпомпажных нагрузках. Само по себе, в пределах допустимых уровней, это не приводит к неприятным последствиям. Однако наличие на роторе других конструктивных элементов с зазо-

рами, например, лабиринтных и сухих уплотнений заставляет проектантов более жестко подходить к разрешенным уровням вибраций. Кроме того, требования по повышению КПД компрессора требуют уменьшения рабочих зазоров в проточных частях компрессора. Поэтому часто высказывается мысль о необходимости увеличения жесткости МП для уменьшения амплитуды вибраций и расширения диапазона положительного демпфирования.

Принимая эти, в целом справедливые требования, необходимо одновременно принимать во внимание, что увеличение жесткости МП сверх определенных пределов может повлечь за собой:

– потерю устойчивости системы при высокочастотных возмущениях из-за насыщения усилителя, например, при вибрациях с частотой вращения, лопаточных вибрациях и т.п.;

– потерю устойчивости на внешних резонансах из-за увеличения общего коэффициента усиления на высоких частотах – изгибные колебания ротора, колебаний фундамента, приводной машины.

Мировой лидер по системам магнитного подвеса компания SKF-S2M до недавнего времени придерживалась практики получения максимально возможной жесткости для конкретного типа машины, применяя усложненные алгоритмы управления. Однако некоторые заказчики указывали на нестабильную работу таких систем особенно при нестационарных высокочастотных воздействиях на ротор. Специалисты ОАО "ОДК-ГТ", наоборот, выбирают параметры СМП, исходя из минимально допустимой (по условиям работы агрегата) жесткости СМП. Такой подход позволяет несколько повысить устойчивость системы к внешним высокочастотным воздействиям и улучшить стабильность ее характеристик.

Силовое питание аппаратуры управления

В выборе технических решений по организации силового питания АМП у заказчиков и изготовителей СМП также не наблюдается согласованного подхода.

В первоначальных разработках СМП в качестве основного источника питания использовалась трехфазная сеть 220/380 В с выпрямителем, а в качестве резервного – сеть постоянного тока 110/220 В. Оба источника включались по схеме "выбора наибольшего напряжения". Такая схема применялась в аналоговой аппаратуре СУМП-М, в довольно большом количестве находящейся в эксплуатации, а также в первой цифровой аппаратуре АМП. Эта схема, в том виде, в котором она применялась, не имела стабилизации силового питания усилителей.

Поэтому изменение напряжения питания влияло на характеристики каналов СМП, а при переключении на резервное питание могли происходить скачки напряжения, питающего усилители, и, как следствие, возникали помехи в цепях вторичного питания. Это, в свою очередь, приводило к броскам ротора при переходе с основного силового питания на резервное и наоборот. Кроме того, импульсные помехи от ШИМ – усилителей практически без ослабления проходили в резервную сеть постоянного тока. Поэтому руководства отрасли предписывали применение помехоподавляющих фильтров в цепях резервного питания и установку источников бесперебойного питания (ИБП) на входе основного питания аппаратуры.

В современном поколении цифровой аппаратуры АМП-1 была применена стабилизация силового питания усилителей с помощью промежуточных DC/DC преобразователей, что устранило указанные выше недостатки. Кроме того, такое решение давало возможность организовать питание усилителей напряжением, не зависящим от напряжения резервной сети постоянного тока. При использовании такой схемы питания отпадает необходимость установки дополнительного ИБП для основного питания и существенно снижаются помехи по цепи резервного питания аппаратуры. Испытания, проведенные на КС "Перегребненское" ООО "Газпром трансгаз Югорск" на аппаратуре АМП-1, подтвердили правильность такого технического решения.

Необходимо, однако, отметить, что в аппаратуре управления зарубежных фирм, в частности, SKF-S2M, традиционно применялась схема питания с включением специализированного ИБП непосредственно в состав аппаратуры. При этом полностью отпадала необходимость в резервной сети постоянного тока, и реализовывались все преимущества, указанные выше для аппаратуры АМП-1. Такое решение предпочтительно для объектов, на которых затруднительна организация надежной резервной сети, в частности, на местах добычи газа, на платформах и т.д.

Поэтому в модернизированной аппаратуре АМП-1 была реализована возможность установки встроенного ИБП с возможностью питания

аппаратуры от однофазной сети. Такое техническое решение также было проверено на одном из агрегатов ООО "Газпром трансгаз Югорск". Однако службы эксплуатации некоторых газотранспортных предприятий указывали на сложность получения резервных аккумуляторов в отдаленных районах и возможные затруднения при возникновении отказов ИБП.

Резюмируя сказанное, мы посчитали наиболее удобным выпуск двух модификаций АМП-1 (или аналогичных аппаратур управления), отличающихся только организацией силового питания.

Основной модификацией для применения на большинстве объектов газотранспортных предприятий следует считать аппаратуру с основным питанием от сети 380 В и резервным – от сети постоянного тока 220 В. Для объектов, имеющих слабую сеть постоянного тока или не имеющих такой сети, следует применять модификацию АМП-1 со встроенным ИБП.

Импортозамещение

Этот вопрос отнесен к разряду спорных потому, что при очевидной для всех архиважности вопроса, его политизированность заставляет некоторые компании не решать проблемы реально, а делать вид, что они решаются. В сфере магнитных подшипников (МП) это проявляется следующим образом. Исторически на российском рынке присутствовали два западных производителя SKF (Франция) и Waukesha Bearings (Великобритания), а также один основной российский производитель ОАО "Корпорация ВНИИЭМ". Последний не показал свою эффективность по разным причинам, другие российские производители на рынок не допускались по причинам, далеким от технических. Таким образом, в сложные для России времена остро встал вопрос импортозамещения в области производства магнитных подшипников.

Как это обычно и бывает, желание быстро отрапортовать о решении проблемы приводит к имитации этого решения. Считается, что достаточной мерой является локализация производства в России. В данном случае, однако, это контрпродуктивная мера, так как западные предприятия-производители готовы передать российским предприятиям по лицензии только собственно производство (при этом не делая его независимым от западных технологий), не передавая технологии микроконтроллерного управления процессом и, тем более, алгоритмы и программные продукты для проектирования, анализа и настройки СМП.

Таким образом, при обострении политической ситуации в мире подобное "импортозамещение" не дает возможности самостоятельной работы российских компаний в этом направлении.

Вывод очевиден: для высокотехнологичных продуктов импортозамещение должно включать в себя не только "локализацию", но и следующие, именно российские позиции:

– технологию (know-how);

– разработчиков-держателей этой технологии;

– конструкторскую документацию;

– предприятия-изготовители ключевых высокотехнологичных модулей продукта;

– службу сервиса;

– комплектующие.

Только в этом наборе мы можем считать себя независимыми и самостоятельными в применении технологии магнитных подшипников. Вынужденное исключение составляют комплектующие, например, промышленные микроконтроллеры с необходимыми характеристиками, которые пока не производятся в России. ОАО "ОДК-ГТ" использует европейские микроконтроллеры, которые доступны и на азиатском рынке.

В настоящее время на российском рынке появились производители, соответствующие приведенному перечню, например, ОАО "ОДК-ГТ", ООО Фирма "Калининградгазприборавтоматика".

Выводы

1. Расчет и проектирование систем магнитного подвеса это сложная многопараметрическая задача, при решении которой нельзя добиться однозначного оптимума по всем показателям одновременно и приоритетом является достижение приемлемого компромисса.

2. Аппаратура должна работать в режиме "черного ящика" – выполнять все функции по стабилизации ротора на всех режимах и передавать в САУГПА полный объем информации о работе СМП. На индикаторе АМП целесообразно отображать только внутреннее состояние аппаратуры.

3. На территории России должен быть сосредоточен весь цикл производства и возобновления технологии: идея–разработка–производство–ПНР–сервис.

УДК: 665.63 (675.8)

ФРАКЦИИ АБШЕРОНСКОЙ НЕФТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.Ф. Шахвердиева, асп.; **М.А. Наджафова,** д-р хим. наук; **Ч.К. Салманова,** д-р хим. наук; **С.Ф. Ахмедбекова,** канд. хим. наук; **Р.А. Джафарова,** д-р хим. наук; **Ю.А. Абдуллаева,** д-р хим. наук; **А.П. Мамедов,** д-р физ.-мат. наук; Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева, НАН Азербайджана, г. Баку

Методами ИК-, УФ-, ЭПР-спектроскопии изучены физико-химические свойства, структурно-групповой состав и парамагнетизм 50-градусных фракций абшеронской нефти. Обсуждаются перспективы применения полициклических ароматических углеводородов, выделенных из фракции при 500 °С, в качестве фотосенсибилизаторов разложения органических соединений, аккумуляторов световой энергии и др. Методом термохемилюминесценции установлена биологическая активность данной нефти.

Ключевые слова: биологическая активность; фотосенсибилизаторы; аккумуляторы световой энергии; ионные жидкости.

FRACTIONS OF ABSHERON OIL AND PROSPECTS FOR THEIR USE

Shahverdiyeva A.F., Najafova M.A., Salmanova Ch.K., Akhmedbekova S.F., Jafarova R.A., Abdullayeva Yu.A., Mamedov A.P.

By the metods IR-, UF-, ESR-spektroskopy have been studied fisical-chemical, paramaqnetic properties, the structure-qroup composition fifty-deqree fraction absheron oil. It has been established prospects of use polycyclic aromatic hydrocarbons, extraction from residue 500 °C by way of photosensitizers of compositions orqanic compounds,batteries of light energy and other. By the metods termochemiluminescence was found that this oil are biological activity.

Keywords: biological activity; photosensitizers; batteries of light energy; ion liquids.

Абшеронская нефть добывается с морских глубин азербайджанского сектора Южного Каспия. Исследуемая нефть тяжелая, высокосмолистая, малосернистая, малопарафинистая. Выход светлых продуктов по ГОСТ 2177–99 составляет до 200 °С – 4 % до 300 °С – 26 %.

Утяжеление состава добываемых нефтей заставляет искать принципиально новые методы их рационального использования. Создание новых технологий получения соединений на основе нефтяного сырья в свою очередь зависит от объема и глубины информации о составе, строении и специфических свойствах нефтяных компонентов. Вследствие этого представляет большой интерес всестороннее изучение состава фракций и ее тяжелых остатков > 500 °С [1].

Несмотря на большое количество работ по исследованию компонентов высококипящих фракций нефти, связанных с продуктами вторичной переработки, на основе которых получен ряд очень важных нефтепродуктов [2–7], продукты первичной переработки нефти, а также тяжелые нефтяные остатки (ТНО) этих нефтей все еще остаются малоизученными. Между тем полученные тяжелые нефтяные остатки первичной переработки имеют большие преимущества: содержание ароматических углеводородов в них меньше; они более безвредны, экологически чисты и имеют огромные сырьевые ресурсы. В этой связи исследование 50-градусных фракций абшеронской нефти и ее остатка (> 500 °С) имеет немаловажное значение.

В настоящей работе исследовалась товарная абшеронская нефть и ее остаточные 50-градусные фракции, полученные на аппарате дистилляции нефти (США) до 350 °С по ASTM 2892 и до 500 °С по ASTM 5236. Выход фракций от начала кипения до 350 °С и от 350 °С до 500 °С составил

Таблица 1

Физико-химические показатели 50-ти градусных фракций абшеронской нефти

Наименование показателей	Молекулярный вес	Плотность, ρ_{20}, г/см^3	Температура застывания, °С	Коэффициент преломления, n_D^{20}	Кинематическая вязкость, мм^2/с		Индекс вязкости 40/100	Кислотное число, мг/г (КОН)	Цвет люминесценции	Содержание, %, масс.		Выход на нефть, %
Фр. 150–200 °С	161	803,3	–	1,4424	20 °С	1,50	–	25,50	–	–	–	5,09
Фр. 200–260 °С	214	849,8	–	1,4670	20 °С	3,29	–	149,87	Слегка фиолетовый	–	–	9,28
Фр. 260–300 °С	278	885,0	–	1,4862	20 °С	7,55	–	272,91	Фиолетовый	–	–	7,26
Фр. 300–350 °С	327	904	–62	1,4889	100 °С 40 °С	2,32 9,43	3,411	409,37	Голубовато-фиолетовый	–	–	11,67
Фр. 400–450 °С	438	932,2	–28	1,4950	100 °С 40 °С	47,09 84,43	0,31	–	Голубовато-фиолетовый	–	–	16
Фр. 450–500 °С	506	944,2	–12	1,5090	40 °С 90 °С	428,3 16,98	0,32	–	Бирюзовый	–	–	10,63
Фр. > 500 °С	–	986,5	22	–		–	–	–		10,52	0,54	35,86

36,46 и 27,62 % мас., выход остатков выше 350 °С и 500 °С составил по 63,36 и 35,86 % мас. соответственно. Физико-химические показатели фракций, полученные из абшеронской нефти, приведены в табл. 1.

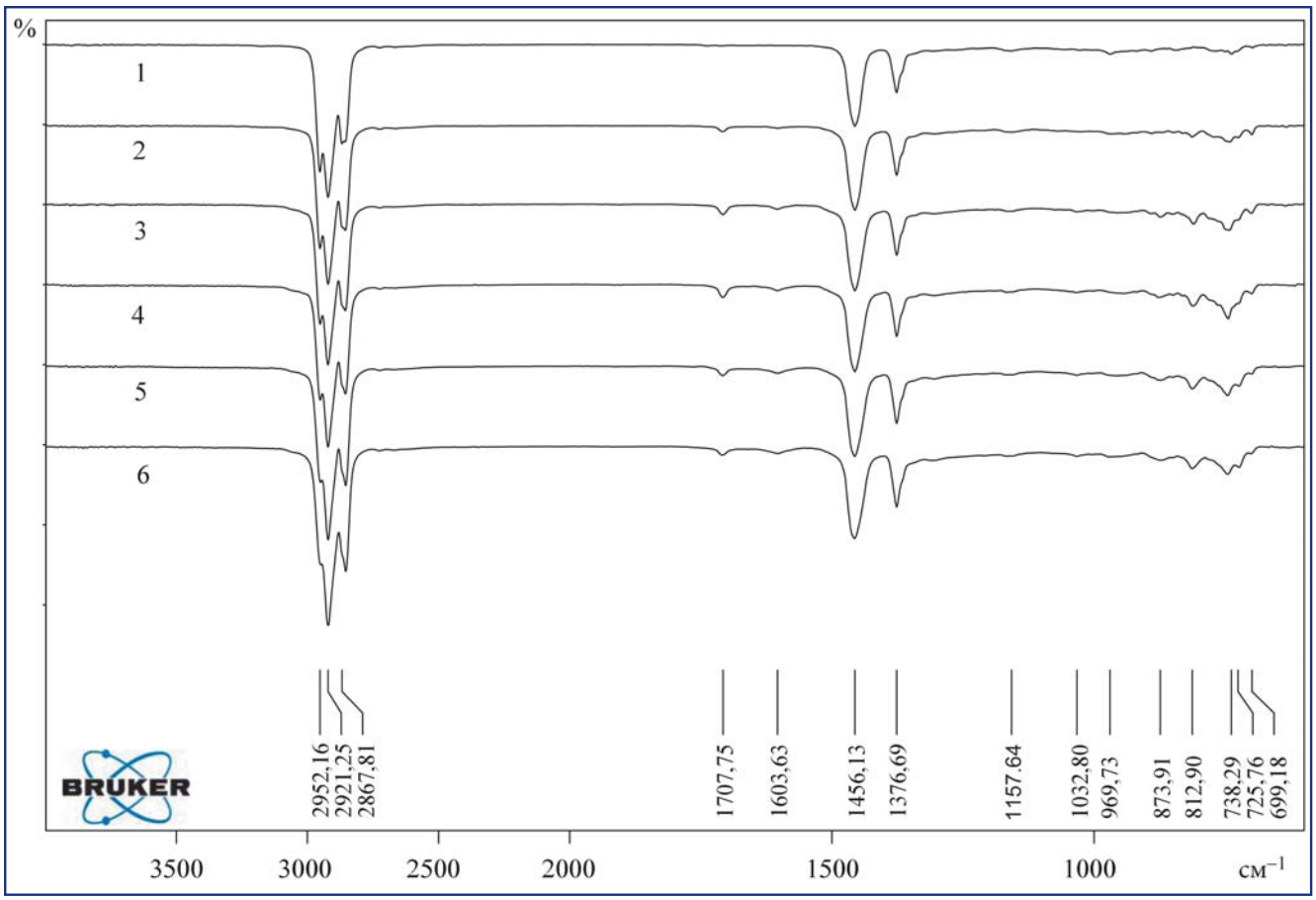
Исследование компонентного состава 50-градусных фракций абшеронской нефти проводили на Фурье-спектрометре (ALPHA Bruker , Германия) в диапазоне 600–4000 см$^{-1}$.

Благодаря применению Фурье-преобразователя использование ИК-спектрометрии в настоящее время является общепринятым подходом при выполнении комплексных исследований состава нефтей различных месторождений [8]. При этом подавляющее большинство работ связано с методами идентификации и определения содержания углеводородных соединений, присутствием неразветвленных парафинистых структур, степенью разветвленности парафинистых цепей, ароматичностью и т.д.

ИК-спектры фракций абшеронской нефти приведены на рисунке. Из представленных ИК-спектров рассчитанные спектральные коэффициенты по оптической плотности полос поглощения углеводородов, смол и асфальтенов в определенной области спектра приводятся в табл. 2.

Для сравнительных сопоставлений исследованных фракций использовали спектральные коэффициенты, характеризующие их структурно-групповой состав: C_1 (ароматичность) – D_{1600}/D_{720}; C_2 (окисленность) – D_{1710}/D_{1465}; C_3 (разветвленность) – D_{1380}/D_{1465}; C_4 – (парафинистость) – $(D_{1380} + D_{720})/D_{1600}$.

По данным ИК-спектрального анализа во фракциях данной нефти происходит увеличение содержания ароматических структур и снижения содержания парафиновых структур, о чем свидетельствует возрастание значения показателя ароматичности (А) при снижении значения показателя парафинистости (C_4). ИК – спектры смол и асфальтенов характеризуются большими интенсивностями полос поглощения ароматических структур при 1600 см$^{-1}$ и в области ароматического триплета при 730–900 см$^{-1}$. Рост интенсивности соответствующих полос поглощения находит отражение и в увеличении показателя ароматичности асфальтенов и смол (табл. 2). Наблюдаемое увеличение интенсивности полос поглощения при 1710, 1100–1200, 1030, 400–500 см$^{-1}$ с повышением температуры фракций вероятно свидетельствует о протекании деструктивных окислительных процессов, сопровождающихся конденсацией ароматических колец. Таким образом, из приведенной



ИК-спектры фракций абшеронской нефти:
1 – 200–260°С; 2 – 260–300 °С; 3 – 300–350 °С; 4 – 400–450 °С; 5 – 450–500 °С; 6 – остаток > 500 °С

табл. 2 видно, что процентное содержание нафтеновых, парафиновых, ароматических углеводородов, коэффициенты окисленности в нефти и при ее фракционировании уменьшаются, а коэффициент ароматичности возрастает, что хорошо коррелирует с данными по ЭПР спектроскопии (концентрация асфальтеновых радикалов в остатке > 500° доходит от $4 \cdot 10^{17}$ до $13 \cdot 10^{17}$ (спин/г)).

Присутствие неразветвленных парафинистых структур доказывается полосами поглощения при 720 и 1300 см$^{-1}$. Степень разветвленности парафинистых цепей углеводородов оценивается по поло-

Таблица 2

Содержание углеводородов, смол и асфальтенов в 50-градусных фракциях абшеронской нефти

Наименование продукта	C_1	C_2	C_3	C_4	А, %
Фр. 200–260 °С	–	0,1	0,56	23,7	–
Фр. 260–300 °С	0,33	1,13	0,56	12,83	13,9
Фр. 300–350 °С	0,35	0,14	0,57	11,57	17,4
Фр. 400–450 °С	0,4	0,1	0,61	11,0	21,1
Фр. 450–500 °С	0,5	0,09	0,61	10,1	22,3
Смола	1,66	0,31	0,56	2,15	–
Асфальтены	3,67	0,31	0,58	1,55	–

сам поглощения в области 1380 и 1465 см$^{-1}$, которую можно характеризовать с помощью коэффициента β, представляющего собой отношение интенсивностей наиболее характеристических полос поглощения для CH_3 и CH_2 групп. Таким образом, чем больше это соотношение $\beta_{1464}^{720} = \frac{V_{1464}}{V_{720}}$, тем выше степень разветвленности парафинистых структур в нефти и ее фракциях. Для исследования ароматических структур наиболее информативны полосы поглощения 812–816 см$^{-1}$ и 1600 см$^{-1}$: $\beta_{1600}^{1464} = \frac{V_{1600}}{V_{1464}}$, т.е. чем больше это соотношение, тем выше степень ароматизации нефтепродуктов (А).

Исследование структурно-группового состава некоторых фракций абшеронской нефти (электронные спектры поглощения получены на спектрофотометре "Spekord UV-Vis" в области 200–800 нм) дало возможность определить наличие фенантреновых (255 нм), антраценовых (226 нм) и бензфенантреновых (295 нм) групп. Наличие в нефтях и в ее фракциях полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) указывает на то, что они могут выступать в качестве фотосенсибилизаторов разложения органических соединений спиртов, парафинов [2–6] и др. Для этого не понадобится специальное их облучение, так как ПАУ хорошо поглощают видимую область солнечного излучения. Как все нефтяные углеводороды, они люминесцируют желто-зеленым, фиолетовым и голубым цветами.

В предыдущей работе [9] методом термохемилюминесценции (ТХЛ) было обнаружено, что углеводороды, выделенные из остатка (> 500 °С) Абшеронской нефти, легко подвергаются воздействию лабораторного освещения, поглощение которого в процессе их приготовления и подготовки к эксперименту, вполне достаточно для обнаружения их термохемилюминесценции. Было установлено также, что в формировании низкотемпературного максимума ТХЛ (55 °С) основную роль играют пероксидные радикалы, генерированные при термическом воздействии на углеводороды в атмосфере кислорода. Сдвиг максимума ТХЛ в низкотемпературную область может свидетельствовать о биологической активности Абшеронской нефти. В проводимых нами исследованиях [9] обсуждаются также аккумулирующие свойства углеводородов, выделенных из ТНО ряда нефтей Азербайджана, в том числе абшеронской нефти. Было указано на их применение при аккумулировании световой энергии.

Считаем, что полученные фракции абшеронской нефти могут быть также использованы в качестве теплоносителей. В работе [10] отмечается, что наиболее доступным видом органических теплоносителей (ионные жидкости), работающих при повышенных температурах, являются минеральные масла, получаемые путем селективной очистки подходящих по интервалу температур кипения нефтяных фракций. Эти "чистые" минеральные масла, представляющие собой смеси, состоящие на 90 % из насыщенных линейных, разветвленных и циклических углеводородов, могут быть использованы в качестве базовых для последующего модифицирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Самедова Ф.И., Рашидова С.Ю.** Процессы нефтехимии и нефтепереработки. Т. 15. 2014. № 4 (6). С. 389–391.
2. **Мамедов А.П., Наджафова М.А., Салманова Ч.К., Сулейманова М.Г.** Фотосенсибилизированный распад парафиновых углеводородов // Нефтехимия. Т. 36. 1996. № 2. С. 187–190.
3. **Наджафова М.А.** Асфальтены и смолы пиролизного происхождения – фотосенсибилизаторы органических соединений. Материалы VI Международной конференции "Химия нефти и газа". Томск. 2006. С. 465–466.
4. **Мамедов А.П., Наджафова М.А.** Сенсибилизированное разложение тяжелых нефтяных остатков при фотооблучении // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2010. № 11 (4). С. 61–66.
5. **Салманова Ч.К., Мамедов А.П., Джафарова Р.А. и др.** Термолюминесценция фотооблученных люминофоров пиролизного происхождения // Химия высоких энергий. Т. 43. 2005. № 5. С. 46–472.
6. **Салманова Ч.К., Мусаев Дж.Дж., Джафарова Р.А., Мамедов А.П.** Нефтяные люминофоры пиролизного происхождения и передача энергии между их компонентами // Журнал прикладной химии. 2010. Т. 83. Вып. 6. С. 978–982.
7. **Поконова Ю.В.** Нефтяные остатки. С-Пб. : Рикон. 2008. 156 с.
8. **Иванова Л.В.** ИК-спектрометрия в анализе нефти и нефтепродуктов // Вестник Башкирского университета. Т. 13. 2008. № 4. С. 869–873.
9. **Салманова Ч.К., Мамедов А.П., Джафарова Р.А., Наджафова М.А., Ахмедбекова С.Ф., Йолчуева У.Дж.** Термохемилюминесценция нефтепродуктов в реакциях жидкофазного инициированного окисления // Мир нефтепродуктов. 2015. № 11. С. 28–33.
10. **Черникова Б.А., Красовский В.Г., Кустов Л.М., Воробьева М.Г., Коротеев А.А.** Ионные жидкости как теплоносители: сравнение с известными системами возможные области применения, преимущества и недостатки // Успехи химии. 2015. № 84 (8). С. 875–890.

РАЗВИТИЕ РЫНКА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА

А.С. Савченко, зам. главного редактора журнала АГЗК+АТ

15 февраля 2016 г. в Нижнем Новгороде на Горьковском автомобильном заводе Председатель правления ПАО "Газпром" А.Б. Миллер и Полномочный представитель Президента РФ в Приволжском федеральном округе М.В. Бабич провели совещание, посвященное развитию российского рынка газомоторного топлива и стимулированию спроса и предложения на газомоторную технику с учетом применения механизмов государственной поддержки.

В мероприятии приняли участие представители министерств и ведомств, главы регионов России, крупнейших отечественных автопроизводителей, заместитель Председателя Правления ПАО "Газпром" Виталий Маркелов, члены Правления В.К. Марков, В.А. Михаленко и С.Ф. Прозоров, руководители профильных подразделений и дочерних обществ ПАО "Газпром".

Было отмечено, что в России проводится масштабная работа по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива. Локомотивом этой деятельности выступает "Газпром": компания создает и развивает газозаправочную инфраструктуру, совместно с федеральными и региональными органами власти совершенствует отраслевое законодательство, сотрудничает с отечественными производителями по вопросам расширения ассортимента газомоторной техники и оборудования, активно закупает газомоторный автотранспорт.

В результате совместных действий участников рынка потребление газомоторного топлива в России стабильно растет. Сегодня сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) в стране насчитывает более 270 ед., 213 из них принадлежат "Газпрому". Объем реализации компримированного природного газа (КПГ) через газозаправочную сеть компании увеличился в 2015 г. на 8 % и составил 433 млн м^3. "Газпром" реализует масштабную программу строительства новых АГНКС. Только в 2016 г. компания завершит сооружение 35 АГНКС и реконструирует четыре станции в 21 регионе России. В результате объем потребления газа через сеть АГНКС "Газпрома" увеличится на 11 % – до 480 млн м^3.

А.Б. Миллер во время совещания на Горьковском автомобильном заводе

Одновременно растут объемы продаж автотранспорта, работающего на природном газе. В прошлом году было продано 3172 газомоторных транспортных средства (в том числе 3044 – отечественного производства), что на 39 % больше, чем в 2014 г. Еще около 5000 ед. автотранспорта в прошлом году было переоборудовано для использования природного газа в качестве моторного топлива. Таким образом, в 2015 г. парк газомоторной техники увеличился более чем на 8 тыс. ед. Общее количество такой техники в России на сегодняшний день составляет порядка 110 тыс. ед.

Однако уровень потребления компримированного природного газа в России остается крайне низким – лишь 0,5 % от всех видов моторных топлив, а средняя загрузка АГНКС составляет около 25 %. Одна из причин заключается в том, что стоимость газомоторного транспорта, выпускаемого автопроизводителями, дороже его жидкотопливных аналогов, что существенно замедляет спрос на природный газ.

Для дальнейшего развития рынка необходимо расширение газомоторного автопарка на 15–20 тыс. ед. автотехники в год и повышение ее доступности для потребителя.

В свою очередь "Газпром" вносит в увеличение газобаллонного автопарка в стране значительный вклад. В компании реализуется специальная программа по переводу транспорта на природный газ. В настоящее время в ПАО "Газпром" из более 30 тыс. единиц техники, пригодной для перевода на газомоторное топливо, 24 % составляет техника

на природном газе. В 2015 г. "Газпром" закупил 1184 ед. газобаллонной техники, план на 2016 г. – 1459 ед.

"Для России с ее крупнейшими запасами природного газа развитие рынка газомоторного топлива – стратегическая задача. Природный газ в качестве моторного топлива экологичен, экономичен и безопасен. Поэтому у газомоторной отрасли в нашей стране большие перспективы. Это комплексная работа, успех которой зависит от слаженного взаимодействия всех участников рынка: "Газпрома", автопроизводителей и органов государственной власти", – сказал А.Б. Миллер.

А.Б. Миллер и М.В. Бабич договорились направить совместное обращение в Правительство РФ по совершенствованию взаимодействия всех участников рынка газомоторного топлива.

По итогам совещания было принято решение проработать подходы, направленные на стимулирование выпуска и закупки газомоторной техники. Автопроизводителям рекомендовано разработать и утвердить комплекс мер по дальнейшему совершенствованию газобаллонных транспортных средств и развитию сети сертифицированных центров обслуживания автотранспорта, работающего на природном газе.

На заводе А.Б. Миллер также осмотрел производство автомобилей "Группы ГАЗ" и выставку техники, работающей на природном газе.

На совещании, посвященном развитию российского рынка газомоторного топлива

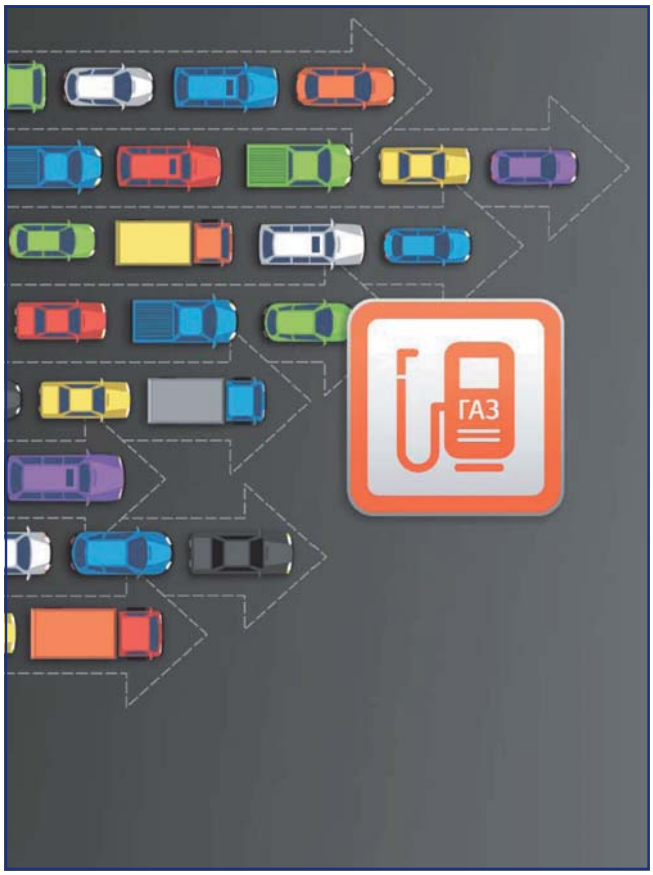
На заводе А.Б. Миллер также осмотрел выставку грузовых автомобилей "Группы ГАЗ", работающих на природном газе

СПРАВКА

Производство и реализация природного газа в качестве моторного топлива – одно из приоритетных направлений деятельности ПАО "Газпром". Для системной работы по развитию рынка газомоторного топлива создана специализированная компания – ООО "Газпром газомоторное топливо".

Для расширения линейки газобаллонных транспортных средств, представленных на российском рынке, ООО "Газпром газомоторное топливо" заключены соглашения о взаимодействии с 26 российскими и иностранными производителями, а также с крупнейшими поставщиками газомоторных транспортных средств.

"Группа ГАЗ" является крупнейшим в России производителем коммерческих автомобилей и автобусов всех классов и назначений, работающих на сжатом природном газе (метане).



УДВОЕНИЕ ЗА ПЯТЬ ЛЕТ

А.А. Фролов, обозреватель журнала "Газпром"

За последние годы драйвером развития газомоторной отрасли стал Китай. Это позволило мировому парку газобаллонных автомобилей (ГБА) удвоиться в течение пяти лет. Российская газомоторка не может похвастаться такими высокими темпами развития, как у лидеров отрасли. Тем не менее сейчас, параллельно со строительством заправок и закупкой техники, идет масштабная подготовительная работа: заключаются соглашения с регионами, совершенствуется нормативно-правовая база, промышленность осваивает производство газобаллонной техники и оборудования для газовых заправок. Грамотная подготовка обеспечит взрывной рост отечественной газомоторки уже к 2020 г. Россия, как известно, долго запрягает, да быстро ездит.

Количество газобаллонных автомобилей в мире растет весьма обнадеживающими темпами. Так, в 2010 г. на всей планете насчитывалось 11,3 млн ГБА, работающих на природном газе, а в 2015 г., по данным NGV Communications Group, их количество практически достигло 22,5 млн. Удвоение за пять лет – это выдающийся результат!

У Китая нет Китая

Как и во многих других секторах мировой экономики, здесь свое веское слово сказал Китай, где количество ГБА, по данным Национальной газомоторной ассоциации, в 2010 г. составляло 500 тыс., в середине 2013 г. – 1,58 млн, а к настоящему моменту практически достигло 4 млн. За тот же период в Китае увеличилось и число автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) – с 1,65 тыс. до 6,5 тыс. Притом в настоящий момент строится еще 2,9 тыс. АГНКС.

В КНР вовсю применяют комплексный подход, достигая положительного эффекта сразу в нескольких областях: экономической (связанной с прямой экономией на горючесмазочных материалах и с загрузкой и расширением производственных мощностей), а также экологической. Последнее, на наш взгляд, для Китая, в отличие от изнеженной Европы, является не вопросом пиара, а вопросом здоровья нации. Здесь стоит процитировать агентство "Синьхуа", которое пишет, что на фотографиях Китая, сделанных из космоса, "над центральным и восточным районами парят облака смога, отбрасывающие свою тень на сердца китайцев".

Если оставить восточную поэтичность и просто посмотреть на экологическую ситуацию в крупных городах КНР, то выяснится, что в начале прошлого года только три города достигли установленных стандартов качества воздуха, а в 71 показатели вредных выбросов в атмосферу – выше нормы. Около 19 % страны (1,81 млн км) охвачены смогом. "Чистыми" оказались лишь Лхаса (Тибетский АР), Хайкоу (крупнейший город популярной у туристов южной провинции Хайнань) и Чжоушань (Восточный Китай), а наиболее загрязненными – Пекин, Тяньцзинь (провинция Хэбэй), а также дельты рек Чжуцзян и Янцзы. Эти регионы занимают всего 8 % от площади страны, но потребляют 43 % угля, т. е. примерно 844 млн т в нефтяном эквиваленте. Это больше, чем совокупное потребление угля Индии и США. Связаны такие объемы с тем, что в Пекине, Тяньцзине и провинции Хэбэй производится 55 % китайской металлургической продукции, 40 % бетона, 52 % бензина и дизельного топлива. По словам У Сяоцина, замминистра по охране окружающей среды КНР, основными источниками загрязнения атмосферы являются сжигание угля, промышленность, моторный транспорт, дорожная и строительная пыль.

Ради решения экологических проблем Китаю нельзя идти путем западных стран, которые просто перенесли эти проблемы за границу. Иными словами, у Китая нет своего Китая. Поэтому Поднебесная видит выход из сложившейся ситуации в сокращении потребления угля и в переходе на альтернативные моторные топлива.

Но потребление угля удалось пока лишь стабилизировать, а сократить получится только после полномасштабного запуска поставок газа из России и других источников. Предполагается, что 2 млрд м^3 природного газа позволят уменьшить потребление угля на 3 млн т. А вот успехи в сфере альтернативных моторных топлив очевидны и, не побоимся этого слова, феноменальны.

При этом пока мы упомянули только автопроизводство. Но газомоторная отрасль им не ограничивается. Так, в начале августа 2015 г. в Китае началось сооружение первого в мире ролкера (судна для перевозки автомобилей, грузового транспорта, ж/д вагонов и т. п.), способного работать на сжиженном природном газе (СПГ) и традиционном судовом топливе. Предположительно, оно будет использоваться в Северном и Балтийском морях.

Биполярный мир

Но Китай не одинок на пути развития газобаллонного транспорта. Основными центрами роста газомоторной отрасли стали Азия и Южная Америка. За последние пять лет список главных игроков практически не изменился: это Пакистан (2,5 млн ГБА в 2010 г. и 3,7 млн в 2015 г.), Аргентина (1,9 млн в 2010 г. и 2,5 млн в 2015 г.), Бразилия (1,65 млн в 2010 г. и 1,8 млн в 2015 г.). Но особое внимание стоит обратить на Иран и Индию.

К настоящему моменту Иран занимает первое место по числу газобаллонных автомобилей, увеличив их количество с 2 млн в 2010 г. до более 4 млн в 2015 г. Для него газомоторное топливо стало отличным подспорьем в условиях санкционного дефицита нефтеперерабатывающих мощностей при избытке запасов природного газа.

Индия интересна тем, что, обладая парком в 700 тыс. ГБА в 2010 г., к настоящему моменту увеличила этот показатель до 1,8 млн. Полагаем, что Индия является перспективным рынком сбыта для китайских автопроизводителей, а кроме того, окружающей среде в этой стране не помешало бы ослабление давления. Поэтому в ближайшие годы роль Индии как центра развития газомоторной отрасли усилится.

А вот положение США на газомоторной карте мира обратно пропорционально тому вниманию, которое им оказывается в СМИ. Разговоры на правительственном и экспертном уровнях, широко масштабная государственная поддержка, маркетинг и пиар – все это привело к тому, что за пять лет в США количество автотранспорта, работающего на компримированном природном газе (КПГ), увеличилось со 100 тыс. до 150 тыс. Предполагалось, что развитие газомоторной отрасли позволит США расширить внутренний рынок газа, косвенно поддержав "сланцевую" добычу. Но, как мы и прогнозировали, заметных успехов не последовало. По данным Министерства энергетики США, лишь 0,12 % потребляемого Штатами природного газа используется на транспорте. Рывка не получилось. А учитывая новую риторику американского руководства, которое начало задвигать газ на вторые роли, выпячивая как перспективное направление возобновляемую энергетику, перспектив у газомоторного топлива на рынке Северной Америки немного.

Европа на перепутье

Глядя на Европу, нельзя отделаться от ощущения, что этот регион находится на перепутье. И дело тут в нефтяном кризисе, который ставит перед европейской газомоторной отраслью новые вызовы. Многие страны стимулировали переход на ГМТ и другие виды альтернативных моторных топлив, ставя потребителя в безвыходное положение высокими ввозными пошлинами и налогами на традиционные автомобили, завышенной ценой бензина и дизеля. Сейчас в условиях резких перепадов цены на нефть эта стройная система может рухнуть.

Особняком стоит Италия. Здесь количество газобаллонных автомобилей выросло с 677 тыс. в 2010 г. до 885,3 тыс. в 2015 г. Для сравнения: во всех остальных странах Европы (считая "прибалтийских тигров" и не считая остальные постсоветские страны) количество ГБА едва достигает 269 тыс. Полагаем, что здесь играет роль традиционный интерес итальянских производителей к газобаллонным автомобилям, т.е. обладание необходимыми производственными мощностями, которые также работают и на экспорт. Вероятно, свою роль играет и затянувшийся кризис в итальянской экономике: потребитель экономит на бензине, так как в Италии он примерно в два раза дороже КПГ. Интересно, кстати, что Германия с собственным парком ГБА в 98 тыс. машин лишь немногим уступает Италии по количеству АГНКС: в Италии – 1060, а в Германии – 921. Видимо, это связано с важной транзитной ролью Германии.

В целом же отметим, что в условиях снижения цен на нефть у европейских стран появляется ис-

На АГНКС в Германии

кушение отложить немногочисленные проекты в области газомоторного топлива. Впрочем, у низких цен на нефть, кроме приятных (удешевления моторных топлив), есть и масса негативных последствий (связанных с заморозкой крупных нефтегазовых проектов), которые влекут за собой отмену заказов крупным предприятиям, производящим оборудование, арматуру и т. п. По данным Wood Mackenzie, за прошедший год мировые нефтегазовые компании отложили до лучших времен проекты на общую сумму 200 млрд долл. США. Считаем, что европейских промышленников это сокращение также коснулось. Поэтому, если экономический кризис в Европе затянется и усугубится, простой европейский автомобилист будет вынужден обратить свой взор на газ.

Пока же природный газ в Европе охотно осваивают судоходные компании. Ведь с 1 января 2015 г. для Балтийского и Северного морей действуют новые экологические требования (содержание серы в судовом жидком топливе не должно превышать 0,1 %). Интересно, что в начале 2015 г. впервые в мире судно, работающее на природном газе, совершило переход протяженностью 13 тыс. морских миль (24 тыс. км) по маршруту Чжанцзяган (Китай) – Берген (Норвегия). Это означает, что трансокеанские переходы на СПГ возможны. Хотя "экологичные" перевозчики пока отдают предпочтение газодизельным схемам.

Основной движитель

В российской газомоторной отрасли пока нет таких титанических изменений, как в китайской или иранской. Хотя в сравнении с Австралией или Норвегией прогресс российской газомоторки феноменален. Сейчас на территории нашей страны функционируют 205 АГНКС Группы "Газпром", а объем реализации природного газа по итогам 2014 г. достиг 404,8 млн м^3 (рост на 7,4 %).

Основным движителем российского рынка газомоторного топлива является "Газпром". Российская корпорация плотно работает с региональными властями, заключая с ними соглашения, которые включают раздел, касающийся развития региональных газомоторных рынков. На данный момент "Газпром" подписал такие соглашения с 38 регионами. Также корпорация подписала Дорожные карты проекта по расширению использования высокотехнологичной продукции в интересах компании более чем с десятью субъектами РФ и Республикой Беларусь, предусматривающие, в частности, внедрение газовых двигателей и ГБА местного производства.

В 2014 г. "Газпром" активно вел подготовку к строительству в России новых объектов, были завершены проектно-изыскательские работы по 21 АГНКС в 13 регионах РФ. Газомоторная инфраструктура выходит на восток страны. В конце 2015 г. АГНКС была построена в Южно-Сахалинске. В Сахалинской области реализуется программа по переводу автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо.

С 2012 до 2014 г. объем продаж газобаллонной техники в России вырос почти в четыре раза – с 559 (в том числе 536 – отечественного производства) до 2170 (2045 – отечественного производства). Это стало результатом совместных усилий "Газпрома" и крупных автопроизводителей – компания достигла договоренности с автопроизводителями о включении ГБА в ассортимент выпускаемой техники.

Общий объем инвестиций "Газпрома" в строительство газозаправочных комплексов в 2015 г. превысило 10 млрд руб. В текущем году запланирован ввод в эксплуатацию 40 заправочных комплексов.

Тройка лидеров

Перевод техники на газ поддерживается государственными субсидиями. В середине 2015 г. Правительство определило размер помощи 23 регионам в 3 млрд руб. на приобретение автобусов и коммунальной техники, работающей на газе. Распределение идет в рамках госпрограммы "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности". Наибольший размер субсидий выделен для Татарстана – 554 млн руб., Крыма – 365 млн руб. и Башкортостана – 322,4 млн руб.

Первенство Татарстана вполне объяснимо: этот регион лидирует по темпам развития газомоторной

инфраструктуры (в республике до 2023 г. реализуется собственная региональная ГМТ-программа). Здесь расположены 11 АГНКС "Газпрома" и еще три находятся в стадии строительства. Предприятия республики наращивают парк ГБА: в 2013 г. – на 262, в 2014 г. – на 319, а в 2015 г. закупили 320 автобусов и техники на КПГ. Специализированная "дочка" "Газпрома" – "Газпром газомоторное топливо" – заключила соглашения о сотрудничестве с Правительством Республики Татарстан, а также с ПАО "КАМАЗ". Ожидается, что результатом сотрудничества станет создание первой в России комплексной инфраструктуры для заправки КПГ и СПГ.

АГНКС в Томске

Башкортостан входит в десятку приоритетных для "Газпрома" регионов по развитию рынка газомоторного топлива. Сейчас здесь действуют 11 АГНКС компании.

К 2023 г. их количество будет увеличено на 13, а 17 традиционных АЗС "Газпром" оборудует модулями для заправки компримированным природным газом.

Крым обладает достаточно развитой для своей территории сетью из 21 АГНКС (одна законсервирована , одна строится). Большинство из них введены в эксплуатацию в 2000 г. В 2014 г. суммарная производительность этих заправок составила примерно 14,9 млн м^3 газа (18,4 % от проектной мощности) – рост на 4,4 % к 2013 г. Кроме того, в республике добывается достаточно природного газа для обеспечения собственных потребностей. А бензин и дизельное топливо приходится завозить с материковой части России (поэтому моторное топливо в республике примерно на 2 руб. дороже, чем в среднем по стране). Местное руководство в апреле текущего года приняло программу развития рынка газомоторного топлива на 2015–2017 гг., которая предусматривает масштабную газификацию. Предполагается, что потребление бензина и дизельного топлива в республике снизится на 60 тыс. т (общее потребление в 2014 г. – 500 тыс. т) за счет замещения их КПГ к 2017 г. Также до 2017 г. Крым планирует закупить 902 ГБА заводского производства и увеличить заправочную сеть (с учетом передвижных заправочных комплексов) более чем в два раза.

Лекарство от лихорадки

Рынок автотехники сейчас лихорадит. В таких условиях автопроизводители должны быть заинтересованы в освоении выпуска новых видов техники (к слову, более дорогих, чем традиционные аналоги) и в получении для них гарантированного рынка сбыта в рамках общегосударственных программ. К примеру, КАМАЗ в апреле 2015 г. открыл в Набережных Челнах производственную линию по выпуску газобаллонного транспорта мощностью до 8 тыс. ед. 50 различных моделей автомобильной техники.

"Газпром" переводит на КПГ собственный автопарк. Так, в 2014 г. предприятия Группы приобрели 1674 ед. газомоторной техники, а общий показатель достиг 6522. Пожалуй, степень участия корпорации в развитии газомоторной отрасли может проиллюстрировать такой факт: в 2014 г. КАМАЗ поставил "Газпрому" 626 ед. ГБА, а в 16 субъектов РФ – всего 228 АТС в газобаллонном исполнении (автобусы, коммунальную технику).

Основными производителями серийной техники с газовыми двигателями в России остаются ПАО "КАМАЗ" (ООО "РариТЭК") и "Группа ГАЗ", из предприятий стран Евразийского экономического союза стоит назвать также Минский автомобильный завод. А вот АВТОВАЗ пока только ограничился очередной презентацией летом 2015 г. – Lada Largus CNG.

Но не только автотранспорт осваивает газомоторное топливо. Объединенная судостроительная корпорация в ближайшее время планирует заключить с "Совкомфлотом" соглашение о строительстве танкеров, работающих на природном газе. А РЖД получили, наконец, долгожданный маневровый газотепловоз производства АО "Брянский машиностроительный завод", работающий на СПГ. Полагаем, что к 2020 г. российская промышленность сможет удовлетворять все основные потребности газомоторной отрасли – как в части газомоторной транспортной техники, так и в части оборудования для АГНКС.

ВСЕ В ОДНОМ НА "ШЕЛКОВОМ ПУТИ"

На вопросы журнала отвечает президент Ассоциации компаний придорожного сервиса и туризма Денис Адександрович Арсентьев

– Денис Александрович, ваша Ассоциация совместно с рядом дочерних компаний "Газпрома" участвует в проекте "ТрэвелПарк". Насколько это масштабное предприятие?

– "ТрэвелПарк" – это сеть многофункциональных комплексов дорожного сервиса, которые включают многотопливную автомобильную заправочную станцию (МАЗС), станции технического обслуживания легковых и грузовых автомобилей с автомойками, мотель, кафе самообслуживания и кафе-фастфуд с обслуживанием автомобилей, супермаркет, туристический информационный центр, туалеты и души в достаточном для обслуживания туристических автобусов количестве, автокемпинг на 30 автодомов, мультимодальную парковку на 100 грузовых автомобилей, фермерский рынок и иную складскую и торговую инфраструктуру в зависимости от маркетинговых предпосылок конкретного места их расположения.

Фактически "ТрэвелПарк" – это российский национальный проект, способный сыграть интегрирующее значение для всего евразийского пространства в части транспортной и туристической инфраструктуры. Коллеги из Белоруссии и Казахстана уже готовы актуализировать свои стандарты и ГОСТы к объектам дорожного сервиса и, основываясь на российской практике, создать аналогичную правовую базу и условия государственного и частного партнерства. Уже сейчас у нас есть общее дело – международный транспортный коридор "Шелковый путь", соединяющий Китай и Европу через Казахстан, Россию и Белоруссию.

Ассоциация компаний придорожного сервиса и туризма участвует в работе Экспертного совета при Рабочей группе Федерального дорожного агентства (Росавтодор) по реализации Концепции развития объектов дорожного сервиса в России и вносит предложения по изменениям российских стандартов, предъявляемым к объектам дорожного сервиса в зависимости от интенсивности и структуры транспортного потока, частоты размещения и мощности объектов дорожного сервиса.

Первым регионом, где Ассоциацией была разработана региональная генеральная схема размещения многофункциональных комплексов дорожного сервиса, стала Ульяновская область. Постановлением Правительства Ульяновской области инвестиционному проекту "Автотуристический кластер Ульяновской области, состоящий из 12 многофункциональных комплексов дорожного сервиса" присвоен статус приоритетного инвестиционного проекта.

– Ваша Ассоциация была создана под проект "ТрэвелПарк "?

– Нет, она создавалась "естественным" путем. В ходе отраслевых конференций мы с коллегами поняли, что вся нормативная база и практика дорожного бизнеса требует пересмотра. К примеру, предприниматели не понимали, как им оформить права на земельный участок, расположенный возле автодороги, и право на его примыкание к автодороге. А органы государственной власти всех уровней не могли навести порядок вдоль дорог. Сейчас вдоль российских дорог, прямо на обочине, продают все: от грибов и ягод до щебня и навоза. А объекты незаконной торговли провоцируют остановки автомобилей в неустановленных местах, создавая очаги аварийности.

Мы пришли к выводу, что накопившиеся проблемы можно решить только сообща. Так и была создана Ассоциация компаний придорожного сервиса и туризма, объединяющая самые разные коммерческие предприятия – от автотранспортных

предприятий (АТП) до предприятий общественного питания.

– Сколько сейчас создается "ТрэвелПарков"?

– Четыре в Ульяновской области – в Новоспасском районе идет проектирование одного пилотного объекта, а три земельных участка – в стадии оформления земельно-имущественных отношений. В составе одного из "ТрэвелПарков" в Ульяновской области будет создан "город болельщиков". В Саратовской области выбрали два, а в Самарской – четыре участка.

В Самаре проект имеет особое значение, так как Самара принимает игры чемпионата мира по футболу. Поэтому в составе "ТрэвелПарк Самара" мы организуем "город болельщиков", который является частью общего проекта ФИФА. В рамках проекта будут созданы средства размещения на 1000 болельщиков и фанзона для просмотра игр чемпионата. Проект "города болельщиков" будет продвигаться на международном уровне, поскольку номера в отеле будут продаваться через сайт ФИФА. Таким образом, проект "ТрэвелПарк Самара" предоставляет маркетинговым партнерам ФИФА, в том числе и ПАО "Газпром", дополнительные возможности для продвижения своих брендов, товаров и услуг.

– То есть "ТрэвелПарк" создается под чемпионат мира?

– Мы бы и без чемпионата реализовывали этот проект, но это событие международного значения дало ему дополнительный импульс. Ноу-хау – это основное многофункциональное сервисное здание. Такого в России пока никто не делает. На первом этаже – супермаркет экономформата, общепит (фастфуд и кафе самообслуживания) с детской игровой зоной и летней площадкой, аптека и пункт оказания медицинской помощи с использованием телемедицины, магазины сувениров, мобильное отделение Сбербанка. У оператора фастфуда будет "макдрайв". Кроме того, "ТрэвелПарки" создаются не только для удовлетворения потребностей пользователей автодорог, но и являются объектами жизнеобеспечения и центрами досуга для населения, проживающего в удаленных от крупных городов населенных пунктах, прилегающих к федеральным дорогам. Там просто некуда пойти вечером – ни молодежи, ни тем, кто с детьми.

При этом мы хотим, чтобы каждый "ТрэвелПарк" был внесен в реестр остановочных пунктов междугородних автобусов и обслуживал туристические компании, перевозящие туристов автобусами. Уже договорились с туроператорами, продающими туры для граждан КНР на "красном маршруте" (Москва, Санкт-Петербург, Самара, Ульяновск, Казань). Организуем на месте информационные центры, где туристам смогут объяснить, какие интересные объекты расположены рядом, а также продать карту и т.п. Планируем построить вертолетные площадки с одним из отраслевых операторов для развития авиационного и делового туризма, а также инфраструктуры медицины катастроф.

– Откуда деньги?

– Заемный капитал сейчас очень дорогой, поэтому на данном этапе мы привлекаем средства членов Ассоциации. Прежде всего средства независимых сетей автозаправок, торговых сетей, ресторанов быстрого питания и частных автотранспортных предприятий.

Размещение в составе "ТрэвелПарков", расположенных на пересечении федеральных автодорог и объездных автодорог крупных городов, логистических комплексов и распределительных центров позволит резко снизить количество больших грузовиков, заезжающих в города. Развозка грузов по городу из распределительного центра затем будет осуществляться грузовиками малой и средней грузоподъемности, которые, в свою очередь, целесообразно перевести на использование компримированного природного газа для сокращения затрат на перевозки и улучшения экологии городов.

– Но сервис в этих случаях привлекает таких поставщиков услуг, которые, скажем так, находятся вне правового поля.

– Эта проблема есть, и решать ее надо "всем колхозом" – системно и сообща с отраслевыми объединениями и органами власти. Мы предлагаем такое решение в рамках "ТрэвелПарка": убираем незаконные стоянки, обеспечиваем безопасность грузовиков и их водителей (которых часто грабят ночью на неохраняемых стоянках), строим торговые площадки (можем даже организовать фермерские рынки) – убираем торговцев с обочин. Органы государственной власти одновременно решают таким образом несколько задач. Для топливной розницы и общепита большая парковка – тоже средство повышения доходов. Они являются вторым выгодоприобретателем. Наша статистика показывает, что наличие брендового кафе быстрого питания или фастфуда увеличивает продажи топлива на 30 %, а большая парковка тоже добавляет к продажам 30 %.

Но все сопутствующие затраты на инфраструктуру при создании объекта дорожного сервиса мо-

гут потянуть только большие заправки, коттеджные поселки и торговые центры. Полагаю, что было бы логично переложить часть этих инфраструктурных затрат на государство, как это сделано в европейских странах, либо перераспределить между большим количеством участников проекта. Мы как Ассоциация используем все возможности для повышения коммерческой эффективности проекта. Предлагаем владельцам объектов дорожного сервиса использовать существующие в регионе (или на федеральном уровне) целевые госпрограммы, позволяющие получать субсидии на инфраструктуру, налоговые льготы, компенсации процентов по заемному капиталу и т.д. В этой связи мы тесно взаимодействуем с Министерством транспорта РФ и Федеральным дорожным агентством, Федеральным агентством по туризму Министерства культуры РФ, Правительствами субъектов РФ и Министерством сельского хозяйства РФ.

– Фермерские рынки?

– Да, но не только. В Ульяновской области, к примеру, о сотрудничестве с нами ведет переговоры компания, которая закупает курицу у местных сельхозпроизводителей для поставки в КНР. Ей нужны холодные склады с железнодорожной веткой. Такой проект также формирует поток грузовиков большой и средней грузоподъемности, поэтому он нам интересен как сосед.

У сельхозпроизводителя есть две основные проблемы. Это стоимость топлива и сбыт продукции. Для сбыта сельхозпродукции без посредников мы создаем фермерские рынки в составе "ТрэвелПарков". Для исключения воровства дизельного топлива и достижения экономии фермерским хозяйством на топливе создаем сеть многотопливных АЗС с заправкой КПГ и СТО для обслуживания техники на газобаллонном оборудовании (ГБО).

– Строительство первого комплекса Вы начнете в 2016 г.?

– Весной этого года выйдем на стадию строительства. К чемпионату мира по футболу, а точнее, к 2017 г. минимум два пилотных "ТрэвелПарка" в тех субъектах РФ, где уже работаем, сдадим в эксплуатацию. ФИФА проведет оценку, вся потенциальная аудитория будет проинформирована о наличии автотуристической инфраструктуры. В составе каждого "ТрэвелПарка" создадим специальные футбольные фанзоны. Но главная цель, которую мы с региональными властями ставим перед собой, – воспользоваться чемпионатом мира для развития въездного туризма и автотуризма в России.

– Почему в этом проекте с вами сотрудничают "Газпром газомоторное топливо" и "Газпромнефть – смазочные материалы"?

– Рынок газомоторного топлива (ГМТ) и его потенциал мы стали изучать с 2012 г. Поняли, что газомоторная инфраструктура в России начнет развиваться. Изучили практику совмещения на европейских заправках традиционного топлива и ГМТ. Поняли, что у нас соответствующие нормы строительства не проработаны. Очевидно, что по теме компримированного природного газа (КПГ) необходимо сотрудничать с "Газпромом".

ООО "Газпром газомоторное топливо" ставит перед собой задачу в первую очередь обеспечить автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями центры городов, размещая заправки рядом с крупными потребителями – автотранспортными предприятиями коммунального назначения и перевозящими пассажиров в пределах города. Наши комплексы в основном требуют участков площадью около 5 га, т.е. размещаться должны за городом: на выезде, на пересечении с объездными дорогами или на федеральных трассах недалеко от населенных пунктов. Тем не менее мы получили отклик на наше предложение, так как оно представляется логичным для развития газомоторных транзитных "голубых коридоров" внутри страны. Создание таких коридоров позволит привлечь в качестве потребителей газомоторного топлива, к примеру, дальнобойщиков и междугородние автобусы. Седельный тягач за год проходит порядка 300 тыс. км (для сравнения: рейсовый городской автобус – около 100 тыс. км). Кроме того, в газодизельном режиме эффект экономии больше при движении по трассе, чем в городском цикле.

– Интересно, что, по американской статистике, в США грузовики в среднем потребляют в 28 раз больше топлива, чем легковые автомобили.

– А у нас в стране выросли объемы грузоперевозок автотранспортом, так как повысились тарифы на железнодорожные перевозки. Интенсивность экспортных грузоперевозок на Запад упала в связи с известными событиями, но на восточном направлении и внутри страны она сохранилась на прежнем уровне. Конкуренция на внутреннем рынке автомобильных грузоперевозок обострилась, цена упала – началась экономия на всем.

– Как в такой ситуации агитировать дальнобойщиков за газомоторное топливо?

– Сейчас в Саратовской области создаем саморегулируемую организацию (СРО) НП "Транспортный союз Поволжья". Появляется много возможностей для объединения участников рынка автоперевозок, стандартизации и структурирования транспортной системы. В частности, СРО имеет задачи по обеспечению единой тарифной политики автоперевозок, контролю качества предоставления транспортных услуг населению, оптимизации автомобильной транспортной сети в части распределения между участниками рынка маршрутов перевозки пассажиров.

Программу софинансирования перевода техники на газ, действующую в ООО "Газпром газомоторное топливо", также можно было бы использовать с учетом планов развития членов СРО. Этим вопросом в рамках СРО можно заниматься более адресно и системно. Например, проводить крупные закупки запчастей в масштабе всей саморегулируемой организации, что благоприятно скажется на размере скидок. Каждый отдельный автопарк на такие скидки рассчитывать не может. То же касается и газобаллонного оборудования: одно дело, когда вы переоборудуете 30 ед. техники, другое – тысячу. Цена комплекта ГБО будет разной.

В Саратовской области с нами сотрудничает автотранспортное предприятие "Автокомбинат № 2", у которого 1,2 тыс. малых и больших автобусов! В соседних субъектах РФ нет таких крупных АТП. Они хотят купить еще 400 автобусов – на компримированном природном газе. Но предприятие столкнулось с тем, что срок лизинга не превышает пяти лет, а за этот срок автобус может не окупиться. Есть программа частичного субсидирования покупки автомобильной техники, использующей КПГ. Но пока это не позволило достаточно стимулировать рынок к покупке техники на ГБО.

– Массово на газ технику не переводят из-за отсутствия удобных финансовых инструментов?

– Не только из-за этого. Для АТП важно, чтобы газовая заправка находилась на маршруте следования их техники. Никто не готов далеко отклоняться от маршрута. Это, пожалуй, самый часто озвучиваемый предприятиями аргумент против ГБО. Мы обсуждаем с ООО "Газпром газомоторное топливо" возможность франчайзинга, операторского договора: автопредприятия могли бы сами построить нужную им заправочную инфраструктуру и управлять ею.

Есть своя специфика у автобусных парков и грузовых АТП. Автобусные парки требуют мощных заправок, пик нагрузки на которые придется на утро и на вечер. А грузовики ходят между городами, имеют маршруты, проходящие по территории нескольких регионов, а иногда не имеют фиксированного маршрута. Значит, надо собрать ста-

тистику маршрутов автоперевозок, чтобы доказать наличие клиентской базы и обоснованность строительства АГНКС на автодороге в конкретном месте.

– А почему Вы делаете ставку именно на КПГ, а не на пропан-бутан? Только из-за того, что господдержка не распространяется на пропан-бутан? Но ведь уже есть более 1 млн потребителей.

– Мы планируем заправлять пропаном. Но пока не решили, у кого будем его покупать. Ведь покупать топливо для "ТрэвелПарков" (кроме метана) мы будем у нескольких производителей, так как это разумно хотя бы с точки зрения логистики: в разных регионах доминируют разные компании. Вместе с тем мы бы хотели заключить договор коммерческой концессии с ОАО "Газпром нефть" для закупки жидкого моторного топлива и сжиженного углеводородного газа с дальнейшей продажей на МАЗС под маркой "Газпромнефть".

В силу того, что в интересующих нас субъектах РФ планируем в среднем построить по десять многофункциональных комплексов дорожного сервиса, а МАЗС в его составе продает больше, чем одиноко стоящая заправочная станция, мы полагаем, что для ОАО "Газпром нефть" такое сотрудничество тоже может оказаться интересным.

– А как именно Вы работаете с саратовским АТП "Автокомбинат № 2"?

– Во-первых, на въезде в автокомбинат мы хотим построить крупную многотопливную автозаправку с блоком КПГ и с достаточным количеством газораздаточных колонок. С ООО "Газпром газомоторное топливо" по этому поводу ведем переговоры. Реализовывать проект планируем за счет средств частных инвесторов. Во-вторых, разрабатываем программу перевода на газ существующего автобусного парка. Рассчитываем на финансовую помощь ООО "Газпром газомоторное топливо" в этом вопросе. "Автокомбинат № 2" – крупнейший потенциальный потребитель КПГ в качестве моторного топлива, готовый перевести на газ 1000 автобусов (не считая новых 400 автобусов на метане). В-третьих, мы уже достигли взаимопонимания с ООО "Газпромнефть – смазочные материалы" об организации в расположенном при въезде в АТП здании станции технического обслуживания легковых и коммерческих автомобилей под маркой G-Energy, где будет также организован участок по установке ГБО.

– Каковы временные рамки реализации саратовского проекта?

– К чемпионату. Один "ТрэвелПарк" расположится на транзитном пути между Волгоградом и Самарой (принимающими игры чемпионата мира по футболу) на объездной дороге Саратова, а второй – в городской черте, и в его составе будет организован областной автовокзал. В этом вопросе мы нашли взаимопонимание с Министерством транспорта Саратовской области.

– А как сетевой проект будет развиваться после чемпионата мира по футболу?

– Полагаю, что мы сделаем акцент на восточном направлении, так как именно там будет сохраняться, а вероятно, и увеличиваться автомобильный трафик. Наше кафе самообслуживания, кстати, будет готовить и китайскую еду.

– Может, лучше, что-нибудь русское народное?

– Лучше, чтобы было и то, и другое. Страна у нас многонациональная. У клиента должен быть выбор. Но мы очень рассчитываем и на посетителей из Китая. А драйвером развития транспортной инфраструктуры после чемпионата мира по футболу станет международный проект "Шелковый путь".

– Какой горизонт планирования развития на восточном направлении?

– У нас есть понимание общей емкости рынка. Планируем в 2020-х гг. довести количество "ТРЭВЕЛПАРКов" в каждом интересующем нас субъекте Российской Федерации в среднем до десяти. Но размер территории и интенсивность движения в регионах разная, поэтому на практике в каждом субъекте количество будет разным. Самое логичное расстояние между комплексами – 100–200 км.

– Как с вами будет сотрудничать "Газпромнефть – смазочные материалы"?

– Наше сотрудничество будет развиваться в сфере автосервиса. У этой компании есть проект развития франчайзинговой сети. Притом это серьезный проработанный проект, в котором сети получают не только "вывеску", но и должностные инструкции, выстроенную корпоративную структуру. ООО "Газпромнефть – смазочные материалы" найдет в нас новый сетевой канал сбыта для своих масел, а клиенты – отличный сервис. Мы уже обучили людей, которые будут работать на наших СТО, в том числе и обслуживать газобаллонное оборудование.

Беседу вел А. Фролов

СВОЕВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Одним из основополагающих факторов поддержания в работоспособном состоянии объектов Единой системы газоснабжения РФ являются своевременные и качественные техническое обслуживание и ремонт объектов. Именно эти стратегически важные виды работ входят в зону ответственности холдинга ООО "Газпром центрремонт".

Д.В. Доев, *генеральный директор ООО "Газпром центрремонт", г. Москва*

В основе – комплексный подход

К созданию оптимальной системы техобслуживания и ремонта в отрасли шли долгие годы. Для того чтобы сформировать подобную систему, внедрялись самые разные схемы: централизация, децентрализация, различные варианты сочетания этих подходов. В итоге удалось создать полноценную ремонтную систему, когда под одним управлением соединяются все необходимые компоненты, включающие разные направления деятельности. Сегодня в составе ООО "Газпром центрремонт" за различные направления деятельности отвечают дочерние компании: АО "Центрэнергогаз", ОАО "Газэнергосервис", ОАО "Оргэнергогаз", АО "Газпром электрогаз", АО "Тюменские моторостроители", ООО "Газпром подземремонт Оренбург" и ООО "Газпром подземремонт Уренгой". Наличие в составе холдинга "Газпром центрремонт" вышеперечисленных сервисных компаний с возможностью привлечения "на субподряд" других организаций позволяет выполнять практически все виды ремонта.

Работа на результат

По итогам девяти месяцев 2015 г. выполнены работы по техническому обслуживанию и ремонту ТОиР более чем на 33 тыс. объектов ЕСГ.

В частности, за этот период времени силами компаний холдинга в полном объеме реализована годовая программа такого важнейшего направления, как капитальный ремонт 133 газораспределительных станций. Также отремонтировано 412 газоперекачивающих агрегатов, 288 скважин, 53 нитки подводных переходов, 36 объектов линейной части магистральных газопроводов, 20 объектов технологических трубопроводов компрессорных станций. Необходимо отметить участие ООО "Газпром центрремонт" в восстановлении работоспособности объектов ООО "Газпром Кыргызстан". Силами дочерней компании холдинга АО "Центрэнергогаз" произведен комплексный капитальный ремонт газоперекачивающего оборудования компрессорной станции Сокулук.

Что касается важного направления – ремонта двигателей судового типа, то ежегодно на производственных площадях специализированного дочернего предприятия холдинга – АО "Тюменские моторостроители" – ремонтируется не менее 60 газотурбинных двигателей. За последние годы увеличена номенклатура ремонта и производства запасных частей на заводах другой дочерней компании холдинга – ОАО "Газэнергосервис". Уже сегодня можно говорить не только о локализации на заводах холдинга "Газпром центрремонт" производства запасных частей к газотурбинным двигателям для газоперекачивающих агрегатов иностранного производства, но и о возможности изготовления необходимых для отрасли новых типов двигателей. Помимо указанных ранее направлений ремонта в рамках подготовки ЕСГ к зимнему периоду был проведен ремонт 155 объектов тепловодоснабжения.

В целях обеспечения надежной эксплуатации оборудования при пиковых нагрузках в осенне-зимний период компаниями холдинга проводится регламентное обслуживание основного и вспомогательного оборудования компрессорных станций. Подобные работы проведены более чем на 11 тыс. объектов ЕСГ.

Качество как приоритет

Качество выполнения работ по ТОиР объектов Единой системы газоснабжения влияет не только на надежность ее эксплуатации, но и на безопасность. В ООО "Газпром центрремонт" этому во-

просу уделяется большое значение. С самого начала деятельности холдинга "Газпром центрремонт" система контроля качества строилась таким образом, чтобы охватить все этапы выполнения работ, начиная с экспертизы проектов и заканчивая приемкой законченных ремонтом объектов, что позволяет свести к минимуму риски возникновения инцидентов во время эксплуатации оборудования. Сегодня организацию работ по контролю качества успешно осуществляют специализированные подразделения головного офиса и территориальных управлений компании.

Безопасность превыше всего

Работа по обеспечению безопасных условий труда сотрудников во всех подразделениях компаний холдинга ведется постоянно. Также действует система обучения и проверки знаний, повышения квалификации работников по охране труда, промышленной и пожарной безопасности. В 2015 г. в ООО "Газпром центрремонт" была организована работа по внедрению корпоративных стандартов единой системы управления охраной труда и промышленной безопасности ПАО "Газпром" (СТО серии 18000), завершающим этапом которой станет проведение в 2016 г. сертификации системы на соответствие требованиям международного стандарта OHSAS 18001. Это позволит повысить эффективность управления охраной труда и промышленной безопасности сотрудников Общества в условиях возрастающих требований законодательства в этой области, а также усилить работу, направленную на снижение уровня рисков в области охраны профессионального здоровья и безопасности. Кроме того, в 2016 г. планируется проведение ряда мероприятий, посвященных теме охраны труда, в том числе обучающих семинаров на тему проведения работ в условиях повышенной производственной опасности, для организации которых разработаны соответствующие обучающие программы.

В РФ ВЫПУЩЕНЫ ПЕРВЫЕ FORD FOCUS LPG

25 февраля 2016 г. компания Ford Sollers показала первые автомобили Ford Focus LPG, которые оснащены газобаллонным оборудованием, позволяющим использовать в качестве топлива сжиженную пропан-бутановую смесь.

Опытно-промышленная партия экономичных Ford Focus LPG в двух вариантах кузова – универсал и хэтчбек – была произведена на заводе Ford Sollers во Всеволожске с целью изучения потребительского спроса, а также возможности модернизации локального производства к выпуску автомобилей данного типа.

Европейская версия Focus LPG была адаптирована к российским условиям специалистами всеволожского подразделения R&D-центра Ford Sollers. Автомобиль был адаптирован с учетом специфики российских дорог и уникальной калибровки двигателя российской версии нового Ford Focus.

Focus LPG оснащен газобаллонным оборудованием, а также специально разработанной версией двигателя Sigma рабочим объемом 1,6 л мощностью 117 л.с. для работы на газовом топливе. Особенностью двигателя является его система газораспределения – специальная конструкция клапанного механизма обеспечивает долговечность при сгорании высокооктанового газового топлива.

Объем баллона составляет 40 л для модели в кузове универсал и 37,6 л – для версии в кузове хэтчбек. Пробег автомобиля на одном баке газомоторного топлива составляет 320 км, на бензине – 450 км, суммарный пробег – 770 км.

Расход топлива модели Ford Focus LPG при смешанном цикле составляет 8,2 л/100 км, при городском цикле – 10,9 л/100 км, при загородном – 5,6 л/100 км (показатели для бензина – 8,4; 4,7 и 6 л/100 км соответственно). При этом межсервисный интервал для автомобиля с газобаллонным оборудованием эквивалентен интервалу для базового автомобиля Ford Focus и составляет 15 тыс. км/12 месяцев.

Совет директоров "Газпрома" утвердил перечень мероприятий по увеличению доли компании на мировом рынке

Совет директоров ПАО "Газпром" утвердил обновленный перечень мероприятий, направленных на увеличение доли компании на мировом рынке газа. Отмечено, что с учетом изменений в отрасли актуализация данного документа играет важную роль в дальнейшем успешном развитии бизнеса "Газпрома" как глобальной энергетической компании.

Обновленный перечень предполагает уточнение направлений деятельности компании, в частности, в сфере поставок трубопроводного и сжиженного природного газа, а также в области создания и развития новых сегментов газового рынка.

С целью повышения конкурентоспособности российского газа и сохранения устойчивого положения компании на ключевом европейском рынке "Газпром" совершенствует контрактную работу в сфере трубопроводных поставок. В частности, используются новые формы торговли – успешно проведен первый газовый аукцион.

Одним из ключевых элементов расширения географии присутствия "Газпрома" является активизация работы на азиатском направлении. Стратегическое значение носит наращивание объемов поставок российского трубопроводного газа на рынок Китая.

Важную роль в увеличении рыночной доли играет рост поставок СПГ. В этой связи большое значение имеет обеспечение и повышение гибкости глобального СПГ-портфеля компании, в первую очередь за счет собственного производства. Сегмент крупнотоннажного СПГ дополняется расширением географии и увеличением объема производства малотоннажного СПГ.

Усиление присутствия за рубежом планируется, в том числе, за счет развития поставок природного газа конечным потребителям, а также наращивания производства и сбыта продукции с высокой степенью переработки. Кроме того, перспективными направлениями являются увеличение поставок газа в электроэнергетике и дальнейшее развитие сегмента газомоторного топлива.

Отмечено, что в рамках реализации вышеуказанных мероприятий "Газпром" будет оптимизировать затраты на реализацию проектов и готов рассматривать различные варианты участия в них, включая формирование совместных предприятий и обмен активами.

Как отметил в ходе заседания Совета директоров А.Б. Миллер: "По итогам 2015 г. доля поставок "Газпрома" в европейском потреблении выросла до исторического максимума – 31 %".

VOLGABUS УКРЕПЛЯЕТ ПОЗИЦИИ НА РЫНКЕ ГАЗОМОТОРНЫХ АВТОБУСОВ

К концу 2015 г. в десяти регионах России работало более 230 газомоторных автобусов Volgabus. 2016 г. начался для волжских автобусостроителей с приятных новостей. Предприятию удалось выиграть несколько аукционов на поставку газомотороной техники и заключить два контракта общим объемом более 130 машин. Среди заказанных автобусов как уже известные городские "СитиРитмы", так и новинка – пригородный Volgabus-528512 "Серпантин".

По условиям одного из контрактов, 60 полунизкопольных автобусов "СитиРитм" отправятся в Тольятти. Эти городские машины будут оснащены новым газовым двигателем Yuchai (Китай) стандарта Евро-5, электронными маршрутными табло с речевым сопровождением и откидными аппарелями для инвалидных колясок.

Второй контракт на обновление общественного транспорта в преддверии Чемпионата мира по футболу 2018 г. был заключен в Волгограде. Помимо 52 низкопольных и 15 полунизкопольных "СитиРитмов" автопарки Волгоградской области получат 5 автобусов "Серпантин".

Презентация междугородного автобуса Volgabus-528512 состоялась в сентябре 2015 г. на салоне "Комтранс". По кузову он максимально унифицирован с городским "СитиРитмом", но отличается меньшей высотой салона. За счет этого под его полом удалось оборудовать багажные отсеки объемом 5 м^3. Базовая комплектация "Серпантина" рассчитана на перевозку 47 пассажиров. В качестве силовой установки автобус оснащен китайским двигателем Yuchai YC6G260N-50 мощностью 260 л.с. и механической коробкой передач ZF 6S1311BO. Восемь металлокомпозитных баллонов, установленные под обтекателем на крыше, обеспечивают запас хода 400 км.

"ГАЗПРОМНЕФТЬ–СМ" стала участником ассоциации производителей смазочных материалов ATIEL

Компания "Газпромнефть–смазочные материалы", оператор бизнеса масел "Газпромнефти", вошла в состав участников одного из крупнейших международных отраслевых объединений – технической ассоциации европейских производителей масел ATIEL (Association Technique de l'Industrie Europeenne des Lubrifiants).

ATIEL является одной из наиболее авторитетных ассоциаций производителей и продавцов смазочных материалов в мире. Участие в ее работе позволит компании "Газпромнефть–смазочные материалы" синхронизировать собственное направление развития и разработки новых продуктов (R&D) с новейшими европейскими тенденциями и постоянно актуализирующимися требованиями производителей автомобилей. Профессиональный диалог, постоянно поддерживаемый ATIEL с ассоциациями автопроизводителей ACEA (Association des Constructeurs Europeens de L'Automobile) и поставщиков присадочных технологий ATC (Additive Technical Committee), также будет способствовать эффективному развитию компании на приоритетных рынках.

Основными направлениями деятельности ATIEL являются обмен опытом и знаниями, координация технических вопросов, связанных с эксплуатационными показателями и экологическими требованиями к моторным маслам, содействие процессу взаимодействия между европейскими автомобильными техническими организациями, совершенствование существующих и выработка новых стандартов качества смазочных материалов, а также продвижение европейских стандартов по всему миру.

Разработанный ассоциацией кодекс отраслевой практики широко распространен в промышленности в качестве свода рекомендаций для разработки и производства смазочных материалов, соответствующих стандартам ACEA.

"Приоритетом развития нашей компании являются достижение технологического лидерства на российском рынке смазочных материалов и эффективная реализация политики импортозамещения, – отметил генеральный директор компании "Газпромнефть–смазочные материалы" А.М. Трухан. – И сегодня мы внедряем передовые технологии производства, разрабатываем новейшие рецептуры, выводим на рынок продукты, имеющие одобрение ведущих производителей техники. Мы также сотрудничаем с международными экспертными сообществами, благодаря чему качество масел, предлагаемых нами отечественному потребителю, соответствует самым высоким мировым стандартам".

Американские ученые получили метанол из воздуха

Долгими зимними вечерами ученые калифорнийского университета в ходе решения проблемы выбросов углекислого газа CO_2 в атмосферу создали механизм, улавливающий газ и перерабатывающий его в полезные вещества.

Ранее ученым не удавалось стабильно преобразовывать CO_2 в метанол из-за разрушения катализаторов при высоких температурах.

Хотя в результате реакции CO_2 с газообразным водородом H_2 может получиться метанол, метан CH_4, или муравьиная кислота HCOOH, наиболее привлекателен именно метанол из-за его использования в качестве альтернативного топлива, в топливных элементах, а также для хранения водорода.

Метанол – довольно востребованный продукт из-за его применяемости, к примеру, для производства этилена и пропилена.

В настоящее время мировое производство метанола составляет около 70 млн т в год.

Ученые прибегли к помощи полимера полиамина, который работает при повышенных температурах. Им удалось создать высокоэффективную однородную каталитическую систему для производства CH_3OH из CO_2 с помощью катализаторов пентаэтиленгексамин и Ru-Macho-BH при температуре 125–165 °C в эфирном растворителе и начальной частоте оборота = 70 H-1 при 145 °C.

Простая перегонка из реакционной смеси доказывает простоту процесса.

Надежность каталитической системы была показана путем рециркуляции катализатора в течение 5 циклов работы без значительной потери активности. В этой реакции могут быть использованы различные источники CO_2, включая воздух, несмотря на низкую в нем концентрацию CO_2 (400 частей /1000000).

Авторам изобретения удалось превратить 79 % обработанного углекислого газа в метиловый спирт. Исследователи уверены, что возможности такой системы достаточно обширны. С ее помощью можно поддерживать уровень углекислого газа в атмосфере на безопасном уровне, что поможет снизить влияние на Землю парникового эффекта.

Кроме того, исследователи заявили о намерении создать аппарат для непрерывной переработки углекислого газа в метанол. Для этого им нужно снизить рабочую температуру катализатора и повысить его эффективность.

На этом американские исследователи не останавливаются. Они замахнулись на разработку антропогенного углеродного цикла, в котором происходит восстановление углерода в дополнение к естественному циклу углерода.

В природе количество углерода постоянно меняется, восстанавливаясь посредством атмосферы, океана, живых организмов, но природа не может перерабатывать углерод из ископаемого топлива так быстро, как люди хотят его использовать.

Новая технология позволит преобразовать часть углерода обратно в качестве источника энергии, такого как метанол.

"НЕДЕЛЯ ВОДОРОДА" В ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Для серии мероприятий, посвященных "Неделе водорода" в Великобритании, компания DENSO провела серьезную подготовительную работу по выводу на рынок электромобилей на водородных топливных элементах (FCV).

Компания DENSO на "Неделе водорода" (Hydrogen Week) в Великобритании показала специально разработанные ею компоненты, которые заняли центральное место под капотом новой Toyota Mirai.

Компоненты, разработанные DENSO, обеспечивают работу сразу нескольких ключевых систем автомобиля: главным образом систем управления электродвигателем, терморегулирования и подачи воздуха, а также водородной топливной системы. Среди отдельных разработок – датчики температуры и давления, блок управления заправкой водородом и инфракрасный трансмиттер, который взаимодействует с водородной заправочной станцией.

Компоненты DENSO для FCV-автомобилей спроектированы с расчетом на глобальную водородную инфраструктуру будущего. Так, инфракрасный трансмиттер позволяет с высокой точностью контролировать при заправке давление и объем поступившего в баки топлива, а продолжительность заполнения баков составляет всего около 3 мин – как на автомобилях с традиционным ДВС.

По прогнозам, к 2022 г. объем мирового рынка электромобилей на водородных топливных элементах составит 99 млрд фунтов стерлингов. DENSO играет на опережение, сотрудничая с автопроизводителями в сфере создания инновационных высококачественных компонентов, что будет способствовать распространению экологически безопасных транспортных средств.

Ник Томас, менеджер по продукту DENSO Sales UK, отметил: "Мы хотели бы поддержать производителей оригинального оборудования в процессе необходимого перехода на альтернативные виды топлива. И подтверждение тому – большое количество элементов DENSO в одном из первых электромобилей на водородных топливных элементах массового производства. Несколько ключевых функций Mirai реализованы благодаря компонентам DENSO, и мы отлично понимаем, что нужно для развития водородного транспорта и как сделать его общедоступным.

Компания DENSO сработала на опережение, разрабатывая и внедряя технологии, позволяющие запустить в массовое производство автомобиль, который выбрасывает в атмосферу только воду. Тем самым DENSO предлагает эффективное решение для защиты окружающей среды без ущерба для удобства и удовольствия от вождения".

Национальная "Неделя водорода" прошла с 11 по 18 марта 2016 г.

Прогрессивные водородные технологии были продемонстрированы на примере двух моделей: Micro:cab и Toyota Mirai

УНИКАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ ПОДЛИННОСТИ ПРОДУКЦИИ

Компания "Газпромнефть – смазочные материалы" внедрила уникальную систему проверки подлинности продукции, выпускаемой под брендом Gazpromneft.

Так, на этикетку каждой канистры самой популярной фасовки в 4 и 5 л на заводе под специальный защитный слой наносится уникальный код. Любой покупатель в режиме реального времени может проверить подлинность продукции, отправив этот код в SMS на короткий номер или введя его на специальном сайте. Система подтвердит наличие данного кода в базе и уведомит покупателя о приобретении оригинального продукта.

Коды на канистрах не повторяются, т.е. размножить один код на несколько упаковок невозможно. Сама система проверки защищена международными патентами. Компания "Газпромнефть – смазочные материалы" – единственный производитель смазочных материалов, внедривший систему, дающую 100%-ную гарантию подлинности продукции.

"Масла Gazpromneft пользуются спросом благодаря высокому качеству. Поэтому мы позаботились о защите интересов наших покупателей до того, как столкнулись с проблемой подделки продукции, – отмечает Юрий Сирин, начальник отдела маркетинга в РФ компании "Газпромнефть – смазочные материалы". – Внедрение системы проверки подлинности позволит гарантировать, что автомобилисты получат высокое качество оригинальной продукции Gazpromneft вне зависимости от места ее приобретения".

ПЕРЕХОДИ НА ГАЗ!

В рамках Постановления кабинета министров Республики Татарстан от 12.02.2016 г. № 90 компания "РариТЭК" – официальный партнер ООО "Газпром газомоторное топливо" по установке ГБО на автомобили – запустила программу по переводу легкового автотранспорта на природный газ. Все желающие (физические и юридические лица) могут перевести свой автотранспорт на природный газ по выгодным условиям.

На основании данного постановления лицам, осуществившим перевод автотранспортных средств на газомоторное топливо (метан), предоставляются субсидии из бюджета РТ на возмещение части затрат на установку ГБО (для легкового автомобиля 27 тыс. руб., для грузового – 76 тыс. руб.).

Цена автомобильного природного газа на протяжении многих лет остается неизменно стабильной. Сложный технологический процесс приготовления бензина, дизеля и пропан-бутана, а также их доставка в автоцистернах до АЗС существенно увеличивают их стоимость.

Транспорт, использующий такое горючее, соответствует самому высокому экологическому стандарту безопасности – "Евро-5". В его отработавших газах в десять раз меньше оксида углерода и в два раза меньше оксидов азота. При сжигании газа в двигателе машины образуются только вода и углекислый газ, в то время как при использовании нефтепродуктов образуется еще и сажа.

Природный газ для окружающей среды в среднем на 75 % благоприятнее дизельного топлива и на 50 % – бензина. Выхлопы газовых двигателей на 60 % менее вредны для человека. Эксперты подчеркивают, что за счет использования экологически чистого топлива снизится негативное воздействие на окружающую среду и здоровье горожан.

В крупных городах основным источником загрязнения является именно транспорт. Поэтому переход на экологичные виды топлива стал общемировым трендом.