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

№ 12 (117) 2016 г. **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКА

Чикишев Е.М., Чикишева А.А.
Экономическое обоснование использования природного газа автобусами малой вместимости 3
В работе рассматривается вариант расширения использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива. На примере предприятия ООО "УПК Автомобилист", осуществляющего перевозку пассажиров и багажа на регулярных городских маршрутах автобусами малой вместимости, произведен расчет потребности парка в природном газе. Предложена мини АГНКС оптимальной производительности. Рассчитаны примерные сроки окупаемости от установки на все автобусы предприятия газобаллонного оборудования и ввода в эксплуатацию мини АГНКС.

Грушников В.А.
Энергетические инновации. Часть 3: использование энергии 10
Депонированная энергия компримированного газа и восстановленная электрическая являются очень удобным ресурсом энергопотребления силовыми агрегатами колесных транспортных средств, в первую очередь, с электроприводом.

Марков В.А., Кавтарадзе Р.З., Бовэнь Са
Исследование воспламеняемости растительных масел в камере сгорания дизельного двигателя 15
Обоснована необходимость использования биотоплив в двигателях внутреннего сгорания. Рассмотрены характеристики воспламеняемости моторных топлив в камере сгорания дизельного двигателя. Предложены формулы для определения периода задержки воспламенения нефтяного дизельного топлива и растительных масел в камере сгорания тракторного дизельного двигателя.

Лиханов В.А., Козлов А.Н., Арасланов М.И.
Влияние этанола и рапсового масла на дымность отработавших газов дизеля 24
Проанализированы основные предпосылки снижения дымности дизелей при работе на оксигенатных топливах. Приводятся результаты исследования дымности дизеля 2Ч10,5/12,0, а также некоторые показатели процесса сгорания при работе на этаноле и рапсовом масле с двойной системой топливоподачи.

ИНФОРМАЦИЯ

На Петербургском международном экономическом форуме. 27
Цель выступления Алексея Борисовича Миллера, Председателя правления ПАО "Газпром", заключается в том, чтобы показать, что проект "Северный поток – 2" является высокоэффективным коммерческим проектом. И сделано это на основании семи простых, очень понятных аргументов.

Фролов А.С.
Восточное направление "Газпрома" 31
"Газпром" продолжает реализацию Восточной газовой программы. Развиваются добычные и газотранспортные проекты в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, начато строительство Амурского газоперерабатывающего завода (ГПЗ). Предполагается увеличить мощность завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) на острове Сахалин, а в 2016 г. запланировано построить 400 км линейной части газопровода "Сила Сибири" – магистрали для поставки газа в Китай.

Савченко А.С.
Моторные масла Shell в России 33
12 июля 2016 г. концерн Shell пригласил журналистов специализированных изданий на свой комплекс по производству смазочных материалов в г. Торжке (Тверская обл.). На заводе Shell были продемонстрированы новый дизайн этикеток, оригинальная защита упаковки, результаты испытаний и новые моторные масла.

Суворов А.С.
Возвращение Lifan Solano 36
Компания Lifan Motors Rus 21 сентября 2016 г. вывела на российский рынок новый седан Lifan Solano II. Новинка призвана укрепить позиции LIFAN в сегменте седанов С-класса.

Быкова Е.Г.
Экипаж Айрата Мардеева выиграл ралли-рейд "Шелковый путь" 38
До последнего дня сохранялась интрига, кто выиграет "Шелковый путь 2016" в грузовом зачете. Четырнадцатый этап обещал расставить все точки над i. Напоследок организаторы повели караван через пустыню – бескрайние коварные дюны. Гонщики были удивлены тем, что пески простираются на 70 км без единого оазиса. Все участники сошлись во мнении, что именно таким должен быть финал.

Арнаутова Л.С.
Ралли-рейд "Великая степь – Шелковый путь 2016". 39
Двадцать семь экипажей участвовали в завершающем этапе чемпионата России по ралли-рейдам "Великая степь – Шелковый путь". Гонке, проходившей с 3 по 6 сентября 2016 г. через Волгоградскую обл., Калмыкию и Астраханскую обл., не случайно был присвоен наивысший коэффициент 1,2. "Боевая" дистанция трехдневного марафона перевалила за 1100 км, а спецучастки протяженностью 445 км сегодня не часто встречаются даже на Дакаре.

Новости 42–44
Перечень статей, опубликованных в журнале в 2016 году 45

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 23.11.2016 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49

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

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

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

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

АГЗК «AutoGas Filling Complex + Alternative fuel»
AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

№ 12 (117) 2016 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

CONTENTS

SCIENCE

Chikishev E.M., Chikisheva A.A.
Economic assessment of the natural gas use on minibuses 3
The paper deals with an option of increase the compressed natural gas use as a motor fuel. In terms of the company LTD "WTC Automobilist", carrying passengers and baggage on regular routes by minibuses, the calculation of the park's natural gas needs is promoted. A mini NGV RS with optimal performance is suggested. The approximate payback period of the natural gas equip-ment installation on all buses of company and introduction into service period of mini NGV RS are calculated.

Grushnikov V.A.
Energy innovation. Part 3: use of energy 10
Deposited energy of compressed gas and electric restored is a very convenient resource of energy powertrains wheeled vehicles, primarily, with the electric drive.

Markov V.A., Kavtaradze R.Z., Boven Sa
The study of flammability of vegetable oils in the combustion chamber of the diesel engine 15
The necessity of using biofuels in internal combustion engines is shown. The characteristics of flammability of motor fuels in the combustion chamber of the diesel engine are considered. Formulas for determining the ignition period delay of the petroleum diesel fuel and vegetable oils in the combustion chamber of a tractor diesel engine are suggested.

Likhanov V.A., Kozlov A.N., Araslanov M.I.
Impact of the use of ethanol and rapeseed oil on the smoke exhaust gas of a diesel engine 24
The article analyzes the main preconditions reduce diesel smoke when working on the oxygenate fuels and the results of the study of diesel smoke and some indicators of the combustion process when running on ethanol and rapeseed oil dual fuel system.

INFORMATION

At the St. Petersburg International Economic Forum 27
The aim of speech Alexey Borisovich Miller, Chairman of the Board of PJSC "Gazprom" is to show that the project "North Stream – 2" is a highly commercial project. And this is done on the basis of seven simple, very understandable arguments.

Frolov A.S.
Eastern direction of "Gazprom" 31
"Gazprom" continues the implementation of the Eastern Gas Program. Develop mining and pipeline projects in Eastern Siberia and the Far East, began construction of the Amur gas processing plant (GPP). It is expected to increase capacity for the production of liquefied natural gas (LNG) plant on Sakhalin Island, and in 2016 plans to build 400 km of the linear part of the pipeline "Power of Siberia" – line to supply gas to China.

Savchenko A.S.
Shell motor oil in Russia 33
July 12, 2016 Shell group invited journalists specialized publications to your complex for the production of lubricants in Torzhok (Tver Region.). At the Shell plant design new labels were shown original packaging protection, test results and new motor oil.

Suvorov A.S.
Return Lifan Solano 36
Company Lifan Motors Rus September 21, 2016 led to the Russian market a new sedan Lifan Solano II. NEW LIFAN designed to strengthen the position in the segment of the C-Class sedans.

Bykova E.G.
Airat Mardeeva crew won the rally-raid "Silk Road" 38
Until the last day kept the intrigue, who will win the "Silk Road 2016" in the cargo standings. Fourteenth stage promised to dot the i. Finally the organizers led a caravan across the desert – endless treacherous dunes. The riders were surprised by the fact that the sands stretch for 70 km without a single oasis. All participants agreed that it should be such a life ending.

Arnautova L.S.
Rally-raid "Great Steppe – Silk Road 2016" 39
Twenty-seven teams participated in the final stage of the championship of Russia on rally-raid "Great Steppe – the Silk Road." Race, held from 3 to 6 September 2016 by the Volgograd region., Kalmykia and the Astrakhan region. Was not randomly assigned to the highest ratio of 1.2. "Fighting", a three-day marathon distance has passed for 1,100 km and a length of 445 km of special stages today is not often found even in the Dakar.

News 42–44
List of articles published in the journal in 2016 45

Founder
LLC "Publishers "Innovative mashinostroenie"

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

Deputy editor
A.S. Savchenko

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

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

Editor
I.L. Silchenkova

Computer Design
S.A. Zhirkina

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

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

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

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

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

УДК 656.13

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА АВТОБУСАМИ МАЛОЙ ВМЕСТИМОСТИ

Е.М. Чикишев, канд. техн. наук; **А.А. Чикишева,** Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В работе рассматривается вариант расширения использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива. На примере предприятия ООО "УПК Автомобилист", осуществляющего перевозку пассажиров и багажа на регулярных городских маршрутах автобусами малой вместимости, произведен расчет потребности парка в природном газе. Предложена мини АГНКС оптимальной производительности. Рассчитаны примерные сроки окупаемости от установки на все автобусы предприятия газобаллонного оборудования и ввода в эксплуатацию мини АГНКС.

Ключевые слова: газобаллонный автомобиль; компримированный природный газ; мини АГНКС; пассажирские перевозки; экономичность.

ECONOMIC ASSESSMENT OF THE NATURAL GAS USE ON MINIBUSES

Chikishev E.M., Ph. D. of technical sciences; **Chikisheva A.A.,** Tyumen Industrial University, Tyumen

The paper deals with an option of increase the compressed natural gas use as a motor fuel. In terms of the company LTD "WTC Automobilist", carrying passengers and baggage on regular routes by minibuses, the calculation of the park's natural gas needs is promoted. A mini NGV RS with optimal performance is suggested. The approximate payback period of the natural gas equipment installation on all buses of company and introduction into service period of mini NGV RS are calculated.

Keywords: gas cylinder vehicle; compressed natural gas; mini natural gas vehicle filling station; passenger transportation; economy.

Во многих странах мира развитие улично-дорожной сети не успевает за стремительным ростом автомобильного транспорта на дорогах, а заторы на проезжей части стали обычным делом. Особенно это наблюдается в крупных (население от 250 тыс. до 1 млн чел.) и крупнейших (с населением свыше 1 млн чел.) городах.

Одним из путей снижения загруженности автомобильных дорог являются применение и популяризация городского общественного пассажирского транспорта. Наиболее распространенным видом общественного транспорта в мире и России является автобус. Для популяризации использования автобусов применяют различные методы, например, совершенствование их технического состояния и внешнего вида, изменение скоростных характеристик и регулярности движения и т.д. [9]. Но с экономической точки зрения для пассажиров немаловажным фактором является стоимость проезда, особенно для льготных категорий населения (школьников, студентов, пенсионеров и др.). Одним из способов сдерживания или снижения платы за проезд может являться применение более дешевых альтернативных моторных топлив, например, природного газа (метана).

В мире насчитывается около 20 млн таких газобаллонных автомобилей (ГБА) [8], что составляет 2 % от общего количества мирового парка автомо-

билей. И согласно [8] мировой парк ГБА, работающих на газовом топливе, ежегодно увеличивается на 30 %.

В России газовое топливо по стоимости значительно ниже по сравнению с бензином и дизелем (как правило, в 2–3 раза). Данная ценовая пропорция до недавнего времени регулировалась Постановлением Правительства РФ от 15.01.93 г. № 31 "О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом". Однако с 21.04.2015 г. это Постановление отменено согласно Постановлению Правительства РФ от 10.04.2015 г. № 338 [10]. Тем не менее тенденции к росту цены на природный газ не наблюдаются.

Также бесспорным является то, что при сгорании метана в цилиндрах двигателя с отработавшими газами выделяется значительно меньше вредных веществ. Об этом свидетельствуют многие исследования российских и иностранных ученых [1–5, 16–19, 21 и др.].

Для России, имеющей самые большие запасы природного газа в мире и являющейся, наравне с США, мировым лидером по его добыче, данное направление является очень актуальным. Об экономической и экологической целесообразности перевода автобусного парка страны на природный газ отмечено, например, в "РД 03112194-1095-03. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе" и распоряжении Председателя Правительства РФ Д.А. Медведева № 767-р "О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива" и др.

На сегодняшний день природный газ широко используется автобусными парками ряда стран: Аргентина, Бразилия, Индия, Иран, Италия, Китай, Пакистан и др. Россия уступает по этому показателю многим странам, однако в последнее время и в РФ на газовом топливе эксплуатируется все больше автобусов. Особенно это заметно в таких городах "милионниках", как Екатеринбург, Казань, Москва, Нижний Новгород, Санкт-Петербург и др. Однако одной из главных проблем при переводе автомобилей на природный газ является слаборазвитая инфраструктура АГНКС. Одним из вариантов решения данной проблемы является строительство мини АГНКС на предприятиях транспорта [13–15].

В данной работе предлагается способ повышения эффективности использования автобусов на примере предприятия ООО "УПК Автомобилист" (г. Тюмень) путем перевода его парка на компримированный природный газ (КПГ) и строительство на территории организации мини АГНКС оптимальной производительности.

Выбор Тюмени обусловлен тем, что с 2016 г. город включен в проект "Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России". Проект направлен на снижение выбросов в атмосферу парниковых газов посредством улучшения планирования и управления городским транспортом путем создания эффективных систем мониторинга и продвижения экологически чистых видов транспорта. Реализация проекта будет осуществляться за счет Министерства транспорта РФ и Программы развития Организации Объединенных Наций при содействии Глобального экологического фонда.

Ввиду того, что в Тюмени функционирует только одна АГНКС, находящаяся в 12 км от центра города, автобусному парку нецелесообразно ее использовать из-за значительного холостого пробега и существенных затрат времени. Таким образом, на сегодняшний день в городе реальной альтернативой является развитие сети мини АГНКС, которые будут располагаться в непосредственной близости или на территории автобусных предприятий. При этом одним из главных критериев установки является наличие газопровода, так как мини АГНКС подключается к бытовой газовой сети. Ввиду того, что газотранспортная система г. Тюмени состоит из 1000 км газопроводов различной пропускной способности, то установка такой заправки возможна практически в любой точке города. А давление на участке от газорегуляторных пунктов к потребителю составляет, как правило, 0,05 МПа (0,5 бар) [12], что вполне достаточно для функционирования мини АГНКС.

Род деятельности ООО УПК "Автомобилист" является достаточно обширным, однако одним из основных является оказание услуг по перевозке пассажиров и багажа на регулярных городских маршрутах. В по состоянию на август 2016 г. в организации числится около 50 автобусов малой вместимости (15–26 мест). Данные автобусы в большинстве своем принадлежат индивидуальным перевозчикам и прочим предприятиям, заключившим договор на организацию и осуществление регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным маршрутам г. Тюмени с ООО УПК

Таблица 1

Транспортные средства, эксплуатирующиеся ООО УПК "Автомобилист"

№	Марка автобуса	Вместимость салона, чел.	Год выпуска
1	Fiat Ducato	15–18	2009–2011
2	Fiat FST613	22	2012
3	Peugeot Boxer (модификации)	22	2010–2013
4	ГАЗ-3302	22	2012
5	Citroen L4H2 и модификации	16–22	2013
6	Renault (модификации)	22–25	2013–2015
7	Ford (модификации)	25–26	2012–2014

"Автомобилист". Автобусный парк составляют марки, представленные в табл. 1.

Все автобусы оборудованы дизельными двигателями. Они работают на трех городских регулярных маршрутах общественного транспорта:

1. **Кольцевой маршрут № 52.** Маршрут следования: сквер им. Немцова – а/п Плеханово. Интервал движения автобусов: по будням: 4–14 мин, по выходным дням: 6–21 мин. Длина (расстояние) маршрута в прямом направлении – 5,94 км, в обратном – 5,54 км. Количество остановок в прямом сообщении – 10, в обратом – 9. В среднем на линии автобус находится с 06:20 до 21:39.

2. **Кольцевой маршрут № 57.** Маршрут следования: 1-й микрорайон – микрорайон "Московский дворик"). Длина (расстояние) маршрута в прямом направлении – 12,92 км, в обратном – 15,25 км. Количество остановок в прямом сообщении – 27, в обратом – 27. Интервал движения автобусов: по будням – 1–20 мин, по выходным дням – 5–14 мин. В среднем на линии автобус находится с 06:12 до 21:55.

3. **Кольцевой маршрут № 68.** Маршрут следования: поселок Мыс – ул. Бакинских Комиссаров. Интервал движения автобусов: по будням – 6–17 мин, по выходным дням – 8–30. Длина (расстояние) маршрута в прямом направлении – 14,04 км, в обратном – 17,08 км. Количество остановок в прямом сообщении – 25, в обратом – 33. В среднем на линии автобус находится с 06:11 до 21:48.

На марки транспортных средств, которые эксплуатируются предприятием, может быть установлено газовое оборудование (для работы по газодизельному циклу) и 3 баллона объемом по 50 л каждый. Следовательно, при стандартных условиях эксплуатации (температура окружающего воздуха 20 °С, атмосферное давление 760 мм. рт. ст.) в данные емкости, согласно РД 03112194-1095-03, может быть заправлено 37,5 м^3 метана (при давлении в баллонах 19,6 МПа). Стоит отметить, что при эксплуатации автомобилей по газодизельному циклу в загородных условиях топливо расходуется в соотношении 70 % природного газа и 30 % дизельного топлива. В городских условиях это соотношение, как правило, составляет 50 % на 50 %. Следовательно, состав топливно-воздушной смеси зависит от ряда факторов (стиль вождения водителя, износ двигателя, дорожные и природно-климатические условия, интенсивность транспортного потока, частота разгонов и торможений и др.) и рассчитывается электронным блоком управления автомобиля.

Определим, какое количество природного газа необходимо для того, чтобы заправить все автобусы предприятия:

$$Q_{м^3} = A_н V, \quad (1)$$

где $Q_{м^3}$ – количество кубических метров газа, необходимых для функционирования всех транспортных средств предприятия, м^3; $A_н$ – количество автобусов в наряде, шт.; V – суммарный объем баллонов для газа одного автобуса, м^3.

Допустим, что предприятием эксплуатируется 48 автобусов, которые будут переведены на КПГ, и на всех будет установлено по 3 баллона общей емкостью 37,5 м^3. Тогда, подставив эти данные в формулу 1, получим следующее значение:

$$Q_{м^3} = 48 \times 37{,}5 = 1800 \text{ м}^3.$$

Далее необходимо рассчитать минимальную суточную потребность в природном газе парком автомобилей. Для этого необходимо знать:

1. Марки автомобилей и их расход топлива. Рассмотрим на примере автомобиля Peugeot L4H2M2, так как они составляют значительную часть парка предприятия УПК "Автомобилист". Представим, что на каждом из 3 маршрутов работает по 16 таких

автобусов. Базовая норма расхода топлива рассматриваемого автомобиля по городскому циклу на 100 км составляет 10,7 л [20]. Примем, что 1 м^3 природного газа эквивалентен 1 л жидкого топлива согласно [11].

2. Длину пробега автобусов по маршрутам. Протяженность одного оборота по каждому маршруту равна:

– для № 52: $L_м = 5,94 + 5,54 = 11,48$ км.
– для № 57: $L_м = 12,92 + 15,25 = 28,17$ км.
– для № 68: $L_м = 14,04 + 17,08 = 31,12$ км.

Далее определяем длину пробега за рабочий день. По данным диспетчерской службы "УПК Автомобилист" (будние дни) она составляет:

а) № 52 – каждый автобус осуществляет 16 оборотов в день. Общий пробег одного автобуса равен:

$$L_{О(№\ 52)} = 11,48 \times 16 = 183,68 \text{ км.}$$

б) № 57 – каждый автобус осуществляет 7 оборотов в день. Общий пробег одного автобуса равен:

$$L_{О(№\ 57)} = 28,17 \times 7 = 197,19 \text{ км.}$$

в) № 68 – каждый автобус осуществляет 6 оборотов день. Общий пробег одного автобуса равен:

$$L_{О(№\ 68)} = 31,12 \times 6 = 186,72 \text{ км.}$$

Далее определим общий дневной пробег для всего парка автобусов по маршрутам:

1. $L_{оп(№\ 52)} = 183,68 \times 16 = 2938,88$ км.
2. $L_{оп(№\ 57)} = 197,19 \times 16 = 3155,04$ км.
3. $L_{оп(№\ 68)} = 186,72 \times 16 = 2987,52$ км.

Общий дневной пробег по всем маршрутам составит:

$$L_{ОМ} = 2938,88 + 3155,04 + 2987,52 = 9081,44 \text{ км.}$$

Зная общий пробег по всем маршрутам определим дневную потребность парка в топливе:

$$Q_О = 0,01 \times H_S \times L_{ОМ}, \qquad (2)$$

где H_S – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км; $Q_О$ – дневная потребность парка в топливе, л(м^3).

Подставив значения в формулу 2, получим следующее:

$$Q_О = 0,01 \times 10,7 \times 9081,44 = 971,7.$$

Так как автобусы эксплуатируются в черте города, то соотношение расхода КПГ-ДТ принимаем 50 на 50 %. Определим дневную потребность в КПГ ($Q_{О(КПГ)}$) и дизельном топливе ($Q_{О(ДТ)}$) при работе автобусов по газодизельному циклу:

$$Q_{О(КПГ)}\ \frac{971,7 \times 50}{100} = 485,85 \text{ м}^3.$$

$$Q_{О(ДТ)}\ \frac{971,7 \times 50}{100} = 485,85 \text{ л.}$$

Расчеты представлены без учета холостого пробега и других факторов, вызывающих увеличение расхода топлива (природно-климатические и дорожные условия, техническое состояние автомобиля, мастерство водителя и т. д.). Количество дней работы при полной заправке автомобиля КПГ (37,5 м^3) определим по следующей формуле:

$$Д_р = \frac{Q_{м^3}}{Q_{О(КПГ)}}, \qquad (3)$$

где $Д_р$ – количество рабочих дней на полной заправке КПГ, дн.

Подставив значения в формулу 3, получим:

$$Д_р = \frac{1800}{485,85} = 3,7 \text{ дн.}$$

Зная суточную потребность в природном газе ($Q_{О(КПГ)}$) с заданными условиями, определим оптимальную из представленных в табл. 2 мини АГНКС для бесперебойной работы транспорта предприятия на газовом топливе:

$$АГНКС = П_{АГНКС} T_н, \qquad (4)$$

где $П_{АГНКС}$ – часовая производительность АГНКС, м^3/час; $T_н$ – время нахождения в наряде автобусов, ч.

Существует достаточно много фирм, предлагающих мини АГНКС различных модификаций: ООО "Элитгаз", ООО "Радеми", ООО "Бродвей", "Fornovogas", ООО "Микрометан С" и др.

Ввиду того, что на предприятии ООО "УПК Автомобилист" работает около 50 автобусов малой вместимости, необходимо рассчитать оптимальную компрессорную станцию именно для такого количества транспортных средств.

Рассмотрим на примере компании "Элитгаз" [7] некоторые варианты мини АГНКС. Их технические характеристики представлены в табл. 2.

Таблица 2

Пример некоторых технических характеристик мини АГНКС и их стоимость

Модель	Входное давление, бар	Выходное давление, бар	Производительность, нм^3/час	Стоимость (август 2016 г.), тыс. руб.
Coltri MCH-24	0,304	200/250	24	1223
Coltri MCH-30	0,304	200/250	30	1223
*H*8-11	2,53	200/250	40	2592
*H*6-11	4,053	200/250	45	2592
*H*8-15	3,04	200/250	50	2808
*H*6-15	6,08	200/250	60	2808

С учетом работы общественного транспорта на регулярных маршрутах в г. Тюмени с 6:30 до 22:00 (без учета времени, затраченного на обед и/или пересменку), чтобы удовлетворить суточные потребности в топливе рассматриваемого предприятия, необходима станция, способная за 15 ч заправлять около 486 м^3 метана.

Подберем оптимальную заправочную станцию из табл. 2:

$$\text{АГНКС}_{Coltri\ MCH-24} = 24 \times 15 = 360 \text{ м}^3;$$

$$\text{АГНКС}_{Coltri\ MCH-30} = 30 \times 15 = 450 \text{ м}^3;$$

$$\text{АГНКС}_{H\,8\text{-}11} = 40 \times 15 = 600 \text{ м}^3;$$

$$\text{АГНКС}_{H\,6\text{-}11} = 45 \times 15 = 675 \text{ м}^3;$$

$$\text{АГНКС}_{H\,8\text{-}15} = 50 \times 15 = 750 \text{ м}^3;$$

$$\text{АГНКС}_{H\,6\text{-}15} = 60 \times 15 = 900 \text{ м}^3.$$

Как видно из представленных расчетов, удовлетворяют заданным требованиям мини АГНКС Н8-11, Н6-11, Н8-15, Н6-15. А АГНКС Coltri MCH-30 имеет несколько меньшую производительность, чем необходимо. Однако разница в стоимости между Coltri MCH-30 и, например, Н8-11 составляет 1,369 млн руб. Поэтому экономически целесообразно установить именно Coltri MCH-30.

Далее рассчитаем затраты на приобретение газобаллонного оборудования (ГБО). На марки автомобилей, представленные в табл. 1, обычно устанавливают цельнометаллические баллоны 1-го типа. По данным [6] стоимость установки составляет около 177 тыс. руб. (марка ГБО: Tamona Diesel Gas, 3 баллона 1-го типа). Рассчитаем затраты на приобретение ГБО для предприятия:

$$З_А = 48 \times 177 = 8496 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость дизельного топлива и КПГ в г. Тюмени по состоянию на 2016 г. составляет $Ц_{ДТ}$ = = 37,1 руб. за 1 л и $Ц_{КПГ}$ = 13,3 руб. за 1 м^3.

Следовательно, зная общую дневную потребность в топливе, рассчитанную по формуле 2, определим общие затраты автобусного парка при использовании дизельного (5) и газодизельного циклов (6) соответственно:

$$З_{ДТ} = Q_О \times Ц_{ДТ}, \quad (5)$$

$$З_{КПГ-ДТ} = Q_{О(КПГ)} \times Ц_{КПГ} + Q_{О(ДТ)} \times Ц_{ДТ}, \quad (6)$$

где $З_{ДТ}$, $З_{КПГ}$ – общие дневные затраты при работе на дизельном и газодизельном цикле соответственно, руб.; $Ц_{ДТ}$ – цена 1 л дизельного топлива, руб.; $Ц_{КПГ}$ – цена 1 м^3 компримированного природного газа, руб.

Подставив значения в формулу 5 и 6, получим следующее:

$$З_{ДТ} = 971{,}7 \times 37{,}1 = 36050{,}07 \text{ руб.}$$

$З_{КПГ-ДТ} = 485,85 \times 13,3 + 485,85 \times 37,1 = 24486,8$ руб.

Дневная экономия денежных средств ($Э_{дн}$) от использования газодизельного цикла в сравнении с дизельным определяется следующим образом:

$$Э_{дн} = З_{дт} - З_{КПГ-ДТ}. \quad (7)$$

Подставив значения в формулу 7, получим:

$$Э_{дн} = 36\,050,07 - 24\,486,8 = 11\,563,27 \text{ руб.}$$

Для того чтобы определить время окупаемости ГБО, используем следующую формулу:

$$PP_{ГБО} = \frac{З_{А}}{Э_{дн}}, \quad (8)$$

где РР – срок окупаемости затрат от приобретения газобаллонного оборудования (от англ. pay-back period), дн.

Подставив значения в формулу 8, получим:

$$PP_{ГБО} = \frac{84960}{11563,27} = 734,3 \text{ дн.}$$

Далее рассчитаем срок окупаемости мини АГНКС, который определим по формуле:

$$PP_{АГНКС} = \frac{З_{АГНКС}}{Э_{дн}}, \quad (9)$$

где $PP_{АГНКС}$ – срок окупаемости затрат на приобретение мини АГНКС, дн.; $З_{АГНКС}$ – затраты на приобретение мини АГНКС.

По данным [7] стоимость АГНКС Coltri MCH-30 составляет 1223 тыс. руб.

Подставив значения в формулу 9, получим:

$$PP_{Coltri\ MCH-30} = \frac{1\,223\,000}{11\,563,27} = 105,8 \text{ дн.}$$

Далее определим совокупные сроки окупаемости ГБО и мини АГНКС по формуле:

$$PP_{ОБЩ} = PP_{ГБО} + PP_{АГНКС}. \quad (10)$$

Подставив значения в формулу 10, получим:

$$PP_{ОБЩ} = 734,3 + 105,8 = 840,1 \text{ дн.}$$

Таким образом, затраты на переоборудование парка автобусов для работы по газодизельному циклу и приобретение мини АГНКС необходимой производительности окупаются за 2 года и почти 4 месяца.

Вывод. На основе расчетов можно отметить, что сроки окупаемости при переводе дизельных автобусов малой вместимости на питание по газодизельному циклу и строительство мини АГНКС достаточно значительны. Причиной является то, что в городских условиях при работе двигателя по газодизельному циклу, ввиду постоянно изменяющегося скоростного режима, увеличивается доля дизельного топлива в топливовоздушной смеси по сравнению с эксплуатацией вне городской среды. Следовательно, пропорционально возрастают затраты на топливо.

Таким образом, экономия предприятия от использования природного газа может достигаться в среднесрочной перспективе. Поэтому для того, чтобы автобусные предприятия имели экономическую целесообразность в переводе своего парка на природный газ, необходимо разработать план государственных (региональных) стимулирующих мероприятий, например:

1. Внести изменения в постановление Администрации г. Тюмени от 29.08.2008 г. №117-пк "Об утверждении Порядка предоставления субсидий на возмещение затрат, связанных с оказанием транспортных услуг в рамках организации транспортного обслуживания населения г. Тюмени". Добавить пункт о предоставлении субсидии в размере 30–50 % от стоимости затрат на установку ГБО.

2. Внести изменения в требования, предъявляемые к участникам конкурса, на осуществление регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным маршрутам г. Тюмени. Установить обязательный критерий отбора в виде минимального количества газобаллонных автобусов в парке предприятия 30 % (в соответствии с распоряжением Д.А. Медведева № 767-р).

3. Снизить, отменить или временно не взимать налог на транспортные средства, эксплуатируемые на природном газе.

Перевод городского общественного транспорта на природный газ может позволить в перспективе сдерживать рост или снижать стоимость проезда, а также уменьшить вредное воздействие отработавших газов автобусов на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. **Анисимов И.А., Чикишев Е.М.** Сравнительная оценка приспособленности автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации при работе на бензине, сжиженном нефтяном и компримированном природном газе по расходу топлива и выбросам вредных веществ // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: ООО "Изд-во Машиностроение", 2013. № 12(81). С. 3–7.

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

4. **Бондаренко Е.В., Филиппов А.А.** Оценка использования некоторых видов моторного топлива по критериям экологической безопасности // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: ООО "Изд-во Машиностроение", 2010. № 4 (52). С. 31 35.

5. **Ерохов В.И.** Газодизельная система питания нового поколения // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: ООО "Изд-во Машиностроение", 2013. № 9 (78). С. 15–23.

6. **Калькулятор** стоимости установки ГБО [Электронный ресурс]: http://elitegas.ru/gbo/calculators/gbo-price-calculator/ (дата обращения 12.08.2016 г.).

7. **Компрессоры** метан (АГНКУ, АГНКС) [Электронный ресурс]: (дата обращения 12.08.2016 г.).

8. **Мировой** парк автомобилей, работающих на газовом топливе, ежегодно увеличивается на треть [Электронный ресурс]: http://www.uralavtogaz.ru/about/news/2014/04/14/77/ (дата обращения 10.08.2016 г.).

9. **Петров А.И.** Концепция формирования результативности функционирования городского пассажирского общественного транспорта под воздействием внешней среды // Транспорт Урала. Екатеринбург: Изд-во Ур-ГУПС, 2010. С. 9–12.

10. **Постановление** Правительства РФ от 10 апреля 2015 г. № 338 "О признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 15 января 1993 г. № 31". М.: 2015. 1 с.

11. **Распоряжение** Минтранса России № АМ-23-р (ред. от 14.07.2015) "О введении в действие методических рекомендаций "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте". М.: Министерство транспорта РФ, 2015. 215 с.

12. **Чикишев Е.М.** Расширение использования природного газа путем рационального строительства АГНКС (на примере г. Тюмени) // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. М.: ООО "Изд-во Машиностроение", 2016. № 10 (115).

13. **Чикишева А.А.** Использование мини АГНКС на автотранспортных предприятиях г. Тюмени // Материалы Международной научно-технической конференции "Нефть и газ Западной Сибири". Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. Т. III. С. 334–338.

14. **Чикишева А.А., Абакумов Г.В.** Применение природного газа на автобусах ГОПТ как мера по сдерживанию роста и снижению оплаты за проезд // Материалы Международной научно-технической конференции "Проблемы функционирования систем транспорта". Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. С. 236–241.

15. **Чикишева А.А., Абакумов Г.В.** Расширение использования природного газа на автобусах малой вместимости, работающих на маршрутах регулярного сообщения // Материалы Международной научно-практической конференции "Новые технологии – нефтегазовому региону". Тюмень: ТИУ, 2016. С. 274–279.

16. **Bielaczyc P., Woodburn J., Szczotka A.** An assessment of regulated emissions and CO2 emissions from a European light-duty CNG-fueled vehicle in the context of Euro 6 emissions regulations // Applied Energy – Vol. 117, pp. 134–141, 2014, doi: 10.1016/j.apenergy.2013.12.003.

17. **Dronniou N., Kashdan J., Lecointe B., Sauve K., Soleri D.** Optical Investigation of Dual-fuel CNG/Diesel Combustion Strategies to Reduce CO2 Emissions // SAE International Journal of Engines, 7 (2), pp. 873–887, 2014, doi: 10.4271/2014-01-1313.

18. **Khan M.I., Yasmin T., Shakoor A.** International experience with compressed natural gas (CNG) as environmental friendly fuel // Energy Systems – Vol. 6, Issue 4, pp. 507–531, 2015, doi: 10.1007/s12667-015-0152-x.

19. **Liu J., Yang F., Wang H., Ouyang M., Hao S.** Effects of pilot fuel quantity on the emissions characteristics of a CNG/diesel dual fuel engine with optimized pilot injection timing // Applied Energy, 110, pp. 201–206, 2013, doi: 10.1016/j.apenergy.2013.03.024.

20. **Peugeot** Boxer [Электронный ресурс]: (дата обращения 10.08.2016 г.).

21. **Zhang S., Wu Y., Hu J., Huang R., Zhou Y., Bao X., Fu L., Hao J.** Can Euro V heavy-duty diesel engines, diesel hybrid and alternative fuel technologies mitigate NOX emissions? New evidence from on-road tests of buses in China // Applied Energy, 132, pp. 118–126, 2014, doi: 10.1016/j.apenergy.2014.07.008.

УДК 620:92

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ. ЧАСТЬ 3: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

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

Депонированная энергия компримированного газа и восстановленная электрическая являются очень удобным ресурсом энергопотребления силовыми агрегатами колесных транспортных средств, в первую очередь, с электроприводом.

Ключевые слова: энергия; топливо; силовой агрегат, термодинамические циклы, аккумулирование энергии, восстановление энергии, энергоэффективность.

ENERGY INNOVATION. PART 3: USE OF ENERGY

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

Deposited energy of compressed gas and electric restored is a very convenient resource of energy powertrains wheeled vehicles, primarily, with the electric drive.

Keywords: energy; fuel; engine, thermodynamic cycles; energy storage; energy recovery; energy efficiency.

Успешному решению проблемы энергоэффективного использования силовых агрегатов и установок способствует экономия топливной, тепловой и электрической энергии. Тем более они эффективны при рассмотрении всего полного цикла первичного производства, промежуточного аккумулируемого хранения и конечного потребления энергии, в данном случае, силовыми агрегатами колесных транспортных средств с колебаниями сезонного и суточного баланса производства-потребления электроэнергии в частности. При невозможности или большой сложности регулирования ее генерации в случае перепроизводства в ночное время суток, например, со сниженным потреблением клиентами энергосети возникает необходимость ее аккумулирования, а при ее дефиците на пике разбора электроэнергии – увеличенная в использовании, в том числе из накопителей, от различных источников энергии.

Повышенная энергоэффективность таких комплексных систем с использованием, в том числе возобновляемых, например, солнечных и ветровых источников энергии и утилизируемого тепла отработавших газов автомобильных и промышленных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) достигается [1] трехстадийным термодинамическим процессом циркуляции хладагента (например, R134a). В отдельных участках его теплообменного контура с генератором-десорбером паров хладагента высокого давления, сепаратором разделения потоков хладагента высокого (1,317 МПа), среднего (0,943 МПа) и низкого (0,293 МПа) давления, конденсатором, расширительным клапаном, компрессором, испарителем, струйным инжектором отбора тепловой энергии потоком высокого давления из потоков среднего и низкого давления происходят три стадии теплообменного процесса. На первой стадии – это испарение хладагента из потока высокого давления с помощью абсорбера и первого теплообменника. На второй – испарение из потока среднего давления. На третьей стадии – из потока низкого давления с помощью паростройного эжектора смешения его паров с парами потока высокого давления. В качестве абсорбера исполь-

зуют триметил-, триэтилен-, бутилфосфаты, фосфанаты, этиленгликоль, пиролидоны, капролактамы, имидазолидоны, пиримидинолы.

Потенциал повышения энергоэффективности этого процесса оборота энергии имеется во всех его фазах. При генерации энергии – это использование инновационных термодинамических циклов, в том числе с утилизацией, главным образом тепловой, энергии.

Известно [3], что более 80 % всей мировой энергии вырабатывается ДВС. Поэтому совершенствование рабочих процессов и модернизация систем и элементов поршневых и комбинированных ДВС с целью повышения их технико-экономических показателей методами численного моделирования или экспериментально в стационарных и нестационарных условиях с учетом особенностей динамики процессов газообмена в газовоздушных трактах ДВС служат действенным инструментом повышения этих атмосферных и наддувных тепловых машин.

Рациональность хранения временно невостребованной электроэнергии достигается использованием накопителей. Вообще, аккумулирование электрической энергии может осуществляться [4] различными способами. В непосредственном виде без преобразования в другой вид, ощутимых потерь и с быстрым процессом зарядки и разрядки, но с ограниченным по условию пробоя напряжением она может накапливаться и храниться в конденсаторах. Недостаток низкой плотности энергии устраняется при использовании так называемых суперконденсаторов. Сохранности энергии способствует также применение электромагнитных катушек и сверхпроводящих магнитов.

Уже с электрохимическим преобразованием в обратимых циклах зарядки и разрядки электрическая энергия с гораздо большей плотностью, чем в конденсаторах, но меньшей, чем в углеводородном топливе, может храниться в аккумуляторах. Именно это и определяет ограничение автономного пробега электромобиля!

Кроме того, теоретически для аккумулирования электрической энергии могут быть использованы так называемые солнечные батареи – фотовольтные панели, растительные так называемые батареи редокс – потока, дорогие и непригодные для длительного хранения энергии.

Ну а с преобразованием ее избыток может трансформироваться в механическую энергию с помощью вращающегося маховика машины в виде комбинированного агрегата электродвигатель-генератор и в уже рассматриваемом резервуаре с рабочим телом под высоким давлением. В последнем случае возможна очень высокая мощность установок – более 1 ГВт, но неизбежны 15–25 %-ные потери энергии.

В накопителях-аккумуляторах с гидравлическими и пневматическими резервуарами высокого давления используются парогенераторы, котлы, турбины или поршневые машины обратного преобразования энергии сжатого газа через работу расширения в механическую, а затем генератором – в электрическую энергию. Их эффективность повышается [5] ускорением процесса изотермического расширения без подвода извне тепловой энергии только за счет теплообмена от нагревающегося сопряжения поршня с цилиндром рабочего агрегата.

Этот процесс аккумулирования избыточной электрической энергии сжатого газа и ее восстановления через работу расширения и генерацию в изотермическом циклея может быть технологично осуществлен [6] размещаемыми под открытым небом гидропневматическими резервуарами с компримированным под высоким давлением до нескольких сотен атмосфер/мегапаскалей накачкой жидкостью (в основном, водой) газа и возобновляемых (солнечная энергия) и побочных (трение в сопряжении поршня с цилиндром насосно-компрессорного агрегата) источников тепла.

Энергоэффективным для реализации этого процесса оказывается [7] использование энергии двухфазного потока с обратимым поршневым пневмокомпрессором-расширителем сжатия воздуха для преобразования электрической энергии в механическую энергию и расширения в обратном процессе. За счет устранения тепловых и механических потерь путем изотермического сжатия до 30 МПа аккумулирование энергии в виде компримированного воздуха оказывается [8] эффективнее и технологичнее, чем в свинцово-кислотных аккумуляторных батареях. А способ изотермического аккумулирования избыточной электроэнергии, преобразованной в энергию сжатого газа в ресиверах под давлением до 20 МПа при низкой энтропии и медленном изменении его температуры с использованием утилизируемой тепловой энергии промышленных установок и солнечной энергии [9], – втрое эффективнее адиабатического.

А самым простым и эффективным в утилитарном смысле слова способом использования запа-

сенной в том или ином виде энергии является, применительно к колесному транспорту, заправка его энергоносителей, что очень актуально для развивающейся электромобилизации с огромной потребностью в электроэнергетических ресурсах. В Германии, например, к 2020 г. на дорогах будет не менее 1 млн электромобилей, во Франции – 2 млн ед. А есть еще США и Япония. Получается, что их окажется не менее 5 млн ед. При среднем потреблении 30 кВтч электроэнергии на пробег в 160 км даже на его половину ежедневно для этого количества электромобилей необходимо 75 ГВтч свободной электроэнергии. В годовом исчислении эта потребность выливается примерно в 22,5–27 ТВтч. И это не учитывая количество уже эксплутирующегося и постоянно увеличивающегося колесного подвижного состава с комбинированными энергетическими установками – гибридными автомобилями! А их только японская автомобильная компания Toyota моделей Prius трех поколений уже продала около 1,5 млн ед.

С учетом современной тенденции стремления потребления дешевых, экологически чистых видов общедоступных энергоресурсов со стимулами отказа от эксплуатации энергоемких механических устройств, важнейшее значение, как раз, приобретает выявление источников свободной электрической энергии, которая может быть направлена на решение энергетических проблем, в том числе – зарядки аккумуляторных батарей электромобилей без увеличения производственной мощности существующих генерирующих станций. Результаты аналитических исследований свидетельствуют [10], что потребление электрической энергии в суточном разрезе в зимний период в среднем составляет в среднем 70 %, в летний – 40 %. Это позволяет сделать предположение, что даже не внося каких-либо затрат, можно использовать свободные энергетические мощности.

А для того, чтобы понять, во что это выльется в экономическом плане и оценить денежные затраты на первоначальном этапе прогнозирования последствий электромобилизации для всей экономики и для одного реального владельца электромобиля, достаточно просто посчитать, сколько будут стоить одна его электрозаправка, ежедневная поездка и годовая эксплуатация электрифицированного подвижного состава.

Используя те же исходные данные, что и в подсчете потребной электроэнергии для эксплуатации мирового парка электромобилей, правда с оговоркой, что средняя длина ежедневной ездки, как правило, меньше 80 км (в Германии и того меньше), получается следующая картина. При среднем тарифе на электроэнергию в Германии в 0,3 евро/кВтч средняя стоимость одной электрозаправки с возможностью потенциального автономного пробега в 160 км обойдется в 9 евро, при поездке на 80 км – в 4,5 евро, на 50 км ежедневного пробега – в 2,81 евро, т. е. – в 0,05 евро/км. В годовом исчислении эксплуатация электромобиля обойдется его владельцу в зависимости от частости и дальности поездок в 750–1440 евро. В России эти цифры выглядят так: при среднем тарифе в 3,6 руб./кВтч стоимость одной электрозаправки и 160 км пробега составит 108 руб., 80 км пробега – 54 руб., 50 км – в 33,5 руб. или в 0,67 руб./км или по году эксплуатации даже при ежедневных поездках на расстояние 80 км – до 19 296 руб. Но, скорее всего, по тарифу, как для электроплит – 2,5 руб./кВтч, эти затраты будут еще ниже: одна заправка с потенциальным автономным пробегом 160 км – 75 руб., при поездке на 80 км – 37,5 руб., при 50 км – 23 руб., или 0,46 руб./км, а году – 13 248 руб.

Для России эта экономика, что называется, однозначна, т.е. без вариантов, поскольку в нашей стране пока эксплуатируются только электромобили Mitsubishi i-MiEV с конкретно определенной этой японской компанией схемой, технологией и оборудованием электрозаправки подвижного состава. А они основаны на различных, в том числе [11, 12] теоретических и технических принципах и отличаются своими характеристиками, что напрямую отражается на продолжительности и энергоэффективности процесса зарядки и использования энергии, запасенной в аккумуляторах электромобилей.

В России же пока для заправки аккумуляторов электромобилей Mitsubishi i-MiEV устанавливаются предназначенные для них электрозаправки (рис. 1). На более чем 30 пунктах зарядки в Москве и Московской области появятся 28 зарядных станций: 15 из них рассчитаны на 8–10 ч зарядки, 10 – на 4–5 ч и 3 – на 20–30 мин зарядки.

В Московской объединенной электросетевой компании ранее заявляли, что зарядка аккумуляторов электромобилей в первое время будет проводиться только по ночам, потому что именно в ночное время нагрузка на электросети минимальна. При среднем дневном пробеге в 80 км ночная зарядка потребует порядка 15 кВтч.

Рис. 1. *Одна из первых электрозаправочных станций в Москве*

Конечно же, техническая оптимальность и экономическая эффективность процесса зарядки аккумуляторов зависят как от конструктивно-технологических исполнений самих электромобилей с разными типоразмерными параметрами (от Renault Twizy до Tesla S), так и принципов действия (от электроконтактного до бесконтактного индуктивного) и возможностей устройств электрозаправочной инфраструтуры. Эти аспекты электромобилизации всесторонне оцениваются маркетологами всех передовых автопроизводителей. Так, в аналитическом обзоре управляющего директора представительства японской корпорации Toyota в Германии [13] становится понятным, почему она пока не производила электромобили. Проведенный ее маркетологами углубленный научный анализ технических и эксплуатационных возможностей промышленности и инфраструктуры, эффективности капиталовложений позволил объективно оценить конъюнктуру рынка и выработать стратегию выпуска продукции на ближайшую перспективу. Основным препятствием на пути крупносерийного и массового производства электромобилей в настоящее время признаны дороговизна электрических и электронных компонентов, их неэффективность и недолговечность. Подтвержденные результатами исследований известной во всем мире британской маркетинговой и консалтинговой фирмы McKinsey данные компании свидетельствуют о том, что к 2020 г. затраты на изготовление литий-ионных аккумуляторов снизятся на треть, а стоимость отдаваемой ими энергии – с нынешних 500 до 160 евро/кВтч. К 2020– 2025 г. разовьется и электрозаправочная инфраструктура, да

Рис. 2. *Миниэлектромобиль Renault Twizy*

и законодательные нормативы по выбросам вредных веществ просто заставят автопроизводителей выпускать экологически чистые колесные транспортные средства.

По мнению маркетологов Toyota при эволюционном характере развития к 2025 г. только 12 % новых колесных транспортных средств будут двигаться на чистой электротяге, 60 % будут хорошо оснащены электрическими и электронными устройствами и только 25 % из них – гибридным приводом. Исходя из этого прогноза, корпорация Toyota сосредоточилась на выпуске и совершенствовании гибридных автомобилей семейства Prius Plug-i, Prius и Prius+, которые в настоящее время ежегодно продаются по всему миру в количестве 1,1 млн ед. Но не забыта и электрозаправочная инфраструктура.

Реализация стратегии электромобилизации с поиском способов повышения энергоэффективности и энергоемкости аккумуляторов и электрифицированных колесных транспортных средств,

Рис. 3. *Электромобиль класса люкс Tesla S*

Рис. 4. *Общественная сетевая электрозаправочная станция*

Рис. 5. *Индивидульная электрозаправка*

в целом, с комбинированной энергетической установкой на борту и на чисто электрическрй тяге, увеличения запаса его автономного хода приводит [14] к появлению не только новых образцов подвижного состава с новыми приоритетами и критериями оценки совершенства, но и новых решений в области техники электрозаправочной инфраструктуры. По существу, прямо на марше происходят концептуальное осмысление и практическая оценка уровня ее взаимодействия с колесным транспортным средством, проявляющегося в оперативности его электрозаправки, совместимости с электрооборудованием и результативности в виде продолжительности езды на одной зарядке аккумуляторов. Конкурентными в этом плане оказываются не только сами электромобили, но и способы, системы и устройства электрозаправки с разными технологиями их реализации, отличающимися использованием электрического тока переменного или постоянного напряжения, временем и мощностью подключаемого источника. Немецкие производители электромобилей, в частности, Volkswagen и BMW, предпочли 30-минутную электрозаправку от источника постоянного электрического тока с 80%-ной энергоемкостью аккумуляторов, хватающей, как минимум, на 100 км пробега. Концерн Daimler использует комбинированную систему зарядки. Французская копания Renault выбрала одночасовую заправку для своих электромобилей. Так что здесь налицо острая конкурентная борьба за лидерство между автопроизводителями.

Так называемые промышленные (рис. 4) и бытовые (рис. 5) электрозаправочные устройства отличаются не только использованием электрического тока разного типа, напряжения разной мощности их источников, но и физическими и механическим принципами взаимодействия с аккумуляторами электромобиля. Но для обоснованного анализа их перимуществ и недостатков не могут рассматриваться в отрыве от стандартизованных требований к экономичной и безопасной эксплуатации электромобилей, их электрическим и электронным компонентам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Пат. 9134056 США** Air Cooled Absorption Cooling System Operable by Low Grade Heat.

2. **Тумашев Р.З., Михеев С.С., Куникеев Б.А.** Производство электроэнергии на компрессорных станциях утилизационными газотурбинными установками. 2016. № 1. С. 44–53.

3. **Плотников Л.В., Жилкин Б.П., Бродов Ю.М.** Экспериментальное исследование и совершенствование процессов газообмена поршневых и комбинированных ДВС в условиях газодинамичной нестационарности// Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2015. № 12. С. 35–44.

4. **Paschotta R.** Speicher fur elektrische Energie // www/energie-lexikon.info,enlex.info.

5. **Пат. 8627658 США** Systems and Methods for Energy Storage and Recovery Using Rapid Isothermal Gas Expansion and Compression.

6. **Пат. 8733094 США** Systems and Methods for Energy Storage and Recorvery Using Rapid Esottermal Gas Expansion and Compression.

7. **Пат. 8893486 США** Compressed Air Energy Storage System Utilizing Two-Phase Flow to Facilitate Heat Exchange.

8. **Пат. 8893487 США** Compressed Air Energy Storage System Utilizing Two-Phase Flow to Facilitate Heat Exchange.

9. **Пат. 8763390 США** Heat Exchange With Compressed Gas in Energy-Storage Systems.

10. **Жакишев Б. А.** Свободная мощность электрических станций // Путь науки, 2016. № 4. С. 30–32.

11. **Пат. 5905642 США** Apparatus and method to reduce common mode voltage from current source drives.

12. **Пат 5905442 США** Method and Apparatus for Controlling and Determining the Status of Electrical Devices from Remote Locations.

13. **Selzer U.** Die Richtige Batterie fur die Richtige Mobilitat. С. 34–37. нем. // ATZ: Automobiltechnische Zeitschrift, 2012. Прил. ATZ agenda.

14. **Siekemeier R.** Einmal volladen, bitte! // Sonne Wind und Warme / 2016. 40, № 7–8. S. 80–83.

УДК 621.436

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В.А. Марков, д-р техн. наук; **Р.З. Кавтарадзе,** д-р техн. наук;
Са Бовэнь, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Обоснована необходимость использования биотоплив в двигателях внутреннего сгорания. Рассмотрены характеристики воспламеняемости моторных топлив в камере сгорания дизельного двигателя. Предложены формулы для определения периода задержки воспламенения нефтяного дизельного топлива и растительных масел в камере сгорания тракторного дизельного двигателя.

Ключевые слова: дизельный двигатель; нефтяное дизельное топливо; рапсовое масло; подсолнечное масло; соевое масло; динамика процесса сгорания; воспламеняемость; период задержки воспламенения.

THE STUDY OF FLAMMABILITY OF VEGETABLE OILS IN THE COMBUSTION CHAMBER OF THE DIESEL ENGINE

V.A. Markov, Dr. of technical sciences; **R.Z. Kavtaradze,** Dr. of technical sciences;
Sa Boven, MGTU after N.E. Bauman, Moscow

The necessity of using biofuels in internal combustion engines is shown. The characteristics of flammability of motor fuels in the combustion chamber of the diesel engine are considered. Formulas for determining the ignition period delay of the petroleum diesel fuel and vegetable oils in the combustion chamber of a tractor diesel engine are suggested.

Keywords: diesel engine; petroleum diesel fuel; rapeseed oil; sunflower oil; soybean oil; dynamics of the combustion process; flammability; the ignition period delay.

Современный этап развития мировой экономики и транспорта характеризуется резким увеличением числа мобильных установок с двигателями внутреннего сгорания. Сегодня мировой парк составляет около 1 млрд автомобилей, а к 2050 г. их будет в 3 раза больше, прежде всего за счет Китая, Индии и других развивающихся стран [1, 2]. Быстрый рост парка автомобилей и количества сельхозмашин приводит к тому, что в ближайшей перспективе ожидается увеличение потребления нефтепродуктов при примерно постоянных объемах их производства и будет отмечаться нарастающий дефицит моторных топлив. Указанные факторы приводят к необходимости более широкого применения альтернативных топлив, что расширит сырьевую базу для получения моторных топлив и обеспечит постепенное замещение топлив нефтяного происхождения альтернативными топливами [3]. При этом особую значимость имеют альтернативные топлива, получаемые из растительного сырья, называемые биотопливами. Рациональный выбор типа биотоплива и оптимизация состава смесевых биотоплив позволяют обеспечить необходимые свойства этих топлив. Возможность использования биотоплив с требуемыми физико-химическими свойствами позволяет целенаправленно совершенствовать рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания, и тем самым, улучшить

показатели их топливной экономичности и токсичности отработавших газов.

В последнее время все более широкое применение в качестве топлива для дизелей находят топлива, производимые из растительных масел. Эти топлива рассматриваются в качестве реальной альтернативы нефтяным моторным топливам в различных регионах мира – в Европе, США, странах Центральной и Латинской Америки, в странах Юго-восточной Азии. Причем указанные биотоплива используются в различных отраслях – на автомобильном транспорте, в сельском хозяйстве, на железнодорожном транспорте, в энергетике [3–5]. Это объясняется простотой и экологичностью процесса получения растительных масел, их сравнительно невысокой стоимостью и приемлемой воспламеняемостью в условиях камеры сгорания дизеля.

При использовании растительных масел и их производных в качестве моторного топлива возможны два пути – централизованное и децентрализованное производство биотоплив [1, 5]. Централизованное производство моторных топлив из растительных масел заключается в переработке растительных масел в сложные эфиры (метиловый, этиловый, бутиловый) с их последующим использованием в дизелях любых марок. В этом случае произведенное в фермерских хозяйствах или агропромышленных комплексах (АПК) масло поступает на завод для химической переработки, а затем – на заправочные станции. Децентрализованное производство предусматривает использование в качестве моторного топлива "чистых" растительных масел или их смесей с нефтяным дизельным топливом. Это направление применения растительных масел обычно реализуется непосредственно в АПК, где имеются излишки масел и возможно использование биотоплива, которое можно произвести внутрихозяйственным способом из собственного сырья. Это позволяет комплексно использовать сельскохозяйственную продукцию и сократить транспортные расходы, исключить при этом зависимость от поставщиков нефтепродуктов. Применение такого биотоплива в сельскохозяйственных предприятиях и АПК обеспечивает замещение нефтепродуктов. Это особенно важно, поскольку они потребляют в целом около 5 млн т дизельного топлива, что составляет около 42 % общего потребления ДТ всеми отраслями экономики России [1].

Одной из проблем, возникающих при адаптации дизельных двигателей к работе на растительных маслах, является их худшая воспламеняемость в цилиндрах дизельных двигателей. Так, если цетановое число нефтяного дизельного топлива по ГОСТ 305–82 составляет 45 ед. и более, то цетановое число растительных масел обычно колеблется от 33 до 36 ед. (см. табл. 1) [5]. При использовании растительных масел в качестве моторного топлива это приводит к увеличению периода задержки воспламенения, более жесткому сгоранию топлива, увеличению выбросов оксидов азота с ОГ. В связи с этим значительный интерес представляет определение периода задержки воспламенения при питании дизеля традиционным нефтяным топливом и различными растительными маслами. Далее рассмотрены дизельное топливо марки "Л" по ГОСТ 305–82 и наиболее значимые растительные масла – рапсовое, подсолнечное и соевое (соответственно РМ, ПМ и СМ). Их некоторые физико-химические свойства приведены в табл. 1.

Для оценки воспламеняемости топлив в цилиндрах дизелей и динамики последующего процесса их сгорания применяются различные показатели: продолжительность периода задержки воспламенения (ПЗВ) τ_i, максимальное давление сгорания p_z, максимальная $(dp/d\varphi)_{max}$ и средняя $(dp/d\varphi)_{ср}$ скорости нарастания давления при сгорании (φ – угол поворота коленчатого вала), степень повышения давления при сгорании $\lambda = p_z/p_c$ (p_c – давление конца сжатия), фактор динамичности цикла $\sigma_д = q_{\tau i}/q_ц$ ($q_ц$ – цикловая подача топлива, $q_{\tau i}$ – количество топлива, поступающего в камеру сгорания за ПЗВ) [6–8].

Среди названных показателей важнейшим является период задержки воспламенения τ_i, определяющий значения остальных показателей динамики процесса сгорания. Это обусловлено тем, что с увеличением τ_i к моменту начала самовоспламенения количество поданного и подготовленного к сгоранию топлива оказывается чрезмерно большим и его сгорание происходит с большой скоростью нарастания давления p – максимальной $(dp/dt)_{max}$ (или оцениваемой по углу поворота коленчатого вала – $(dp/d\varphi)_{max}$) и средней $(dp/dt)_{ср}$. Количество топлива, поданного за ПЗВ (объемное $q_{\tau i}$ или массовое $g_{\tau i}$), может колебаться в широких пределах. В частности, опыты, проведенные на дизеле с пленочным смесеобразованием, работающем на нефтяном дизельном топливе, показали, что за τ_i = 0,6, 0,48, 0,35 мс, соответствующие час-

Таблица 1

Физико-химические свойства нефтяного дизельного топлива и растительных масел

Физико-химические свойства	Дизельное топливо и растительные масла			
	Дизельное топливо	Рапсовое масло	Подсолнечное масло	Соевое масло
Плотность при 20 °С, кг/м^3	839	914	920	916
Вязкость кинематическая, мм^2/с при:				
20 °С	3,8	75,0	65,2	68,7
40 °С	3,3	34,6	30,7	32,0
100 °С	2,5	8,1	7,4	7,7
Цетановое число	45	36	34	33
Температура самовоспламенения, °С	280	318	320	321
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,5	11,9	12,4	12,4
Теплота сгорания низшая, H_U, МДж/кг	42,5	37,3	37,1	37,0
Содержание, % по массе:				
С	87,0	78,0	77,6	77,5
Н	13,0	10,0	11,5	11,5
О	0	12,0	10,9	11,0
Примечание: "–" – свойства не определялись.				

тотам вращения коленчатого вала n = 1200, 2000, 3000 мин$^{-1}$, в цилиндр поступало топливо в количестве 40, 48 и 60 % от общей цикловой подачи [7, 8]. При этом максимальная скорость нарастания давления газов в цилиндре на этих режимах составляла $(dp/d\varphi)_{max}$ = 0,32–0,38 МПа/град. При объемном смесеобразовании за ПЗВ впрыскивается значительно большее количество топлива (на номинальном режиме при n = 2100–2600 мин$^{-1}$ – около 70–75 %), поэтому скорости нарастания давления достигают 1,0 МПа/град, а иногда и выше.

Представленные на рис. 1 обобщенные зависимости показателей динамики процесса сгорания от τ_i, полученные для различных быстроходных дизелей с наддувом и без наддува, работающих на нефтяном дизельном топливе, показывают, что продолжительность ПЗВ оказывает наибольшее влияние на максимальную скорость нарастания давления $(dp/dt)_{max}$ (рис. 1, *а*) и на степень повышения давления при сгорании λ (на p_z) (рис. 1, *в*) и меньшее влияние – на среднюю скорость нарастания давления $(dp/dt)_{ср}$ (рис. 1, *б*) [7, 8]. В частности, уменьшение τ_i с 1,6 до 1,2 мс приводит к снижению максимальной скорости нарастания давления в среднем на 2–3 МПа/мс и степени повышения давления при сгорании λ – на 0,1–0,2, что соответствует уменьшению p_z на 0,5–1,0 МПа.

Таким образом, при оценке воспламеняемости растительных масел в условиях камеры сгорания дизеля наибольший интерес представляет исследование влияния вида топлива (его физико-химических свойств) на период задержки воспламенения τ_i. При проведении такого исследования использованы данные работы [9] по тракторному дизелю типа Perkins AD3.152 без турбонаддува с непосредственным впрыскиванием топлива. Этот двигатель

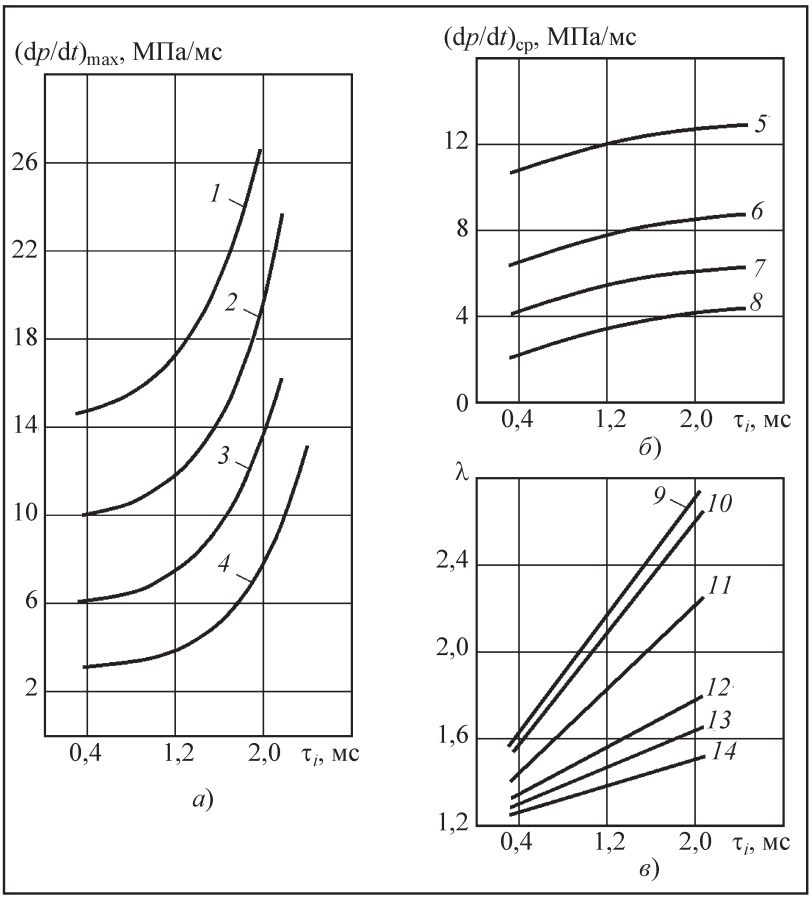


Рис. 1. *Зависимость максимальной (а) и средней (б) скоростей сгорания дизельного топлива и степени повышения давления при сгорании λ (в) от ПЗВ при различных значениях фактора динамичности цикла:*
1 – $\sigma_д$ = 0,93; *2* – 0,50; *3* – 0,29; *4* – 0,20; *5* – 0,90; *6* – 0,52; *7* – 0,31; *8* – 0,21; *9* – 0,95; *10* – 0,90; *11* – 0,52; *12* – 0,31; *13* – 0,25; *14* – 0,21

мощностью N_e = 35 кВт при n = 2000 мин$^{-1}$ (режим с полной нагрузкой – средним эффективным давлением p_e = 0,84 МПа) выполнен рядным с числом цилиндров $i_д$=3, рабочим объемом iV_h = 2,503 л и водяным охлаждением. Степень сжатия двигателя ε = 17,4, диаметр цилиндров D = 91,48 мм, ход поршня S = 126,9. Радиус кривошипа коленчатого вала двигателя составлял R = 63,45 мм, длина шатуна – L = 250 мм. Исследуемый двигатель не оснащен устройством (муфтой) опережения впрыскивания топлива (УОВТ). При анализе воспламеняемости топлив использованы данные работы [9] о параметрах этого двигателя, работающего на режиме с частотой вращения коленчатого вала n = = 2000 мин$^{-1}$ на нефтяном дизельном топливе (ДТ) и растительных маслах – рапсовом, подсолнечном и соевом.

Представленные на рис. 2 индикаторные диаграммы дизеля типа Perkins AD3.152, полученные на режиме с частотой вращения коленчатого вала n = = 2000 мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (средним эффективным давлением p_e = = 0,84 МПа), свидетельствуют о том, что момент начала подъема иглы форсунки составил $\varphi_{впр}$=347° поворота коленчатого вала (п.к.в.), т.е. УОВТ равен $\varphi_{впр}$ = 13° п.к.в. до верхней мертвой точки (ВМТ) (табл. 2) [9].

В соответствии с данными работы [9], в двигателе Perkins AD3.152 на режиме с n = 2000 мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (средним эффективным давлением p_e = = 0,84 МПа) угол начала сгорания составил $\theta_{сгор}$ = 9 ° п.к.в. при работе на нефтяном ДТ и $\theta_{сгор}$ = 7 ° п.к.в. при работе на РМ, ПМ и СМ (см. рис. 3 и табл. 2). Тогда момент начала сгорания нефтяного ДТ равен $\varphi_{сгор}$ = 351 ° п.к.в., а момент начала сгорания исследуемых растительных масел – $\varphi_{сгор}$ = 353 ° п.к.в. Эти данные позволяют определить период задержки воспламенения в виде

$$\varphi_i = \varphi_{сгор} - \varphi_{впр}. \qquad (1)$$

С использованием формулы (1) на режиме работы двигателя Perkins AD3.152 с n = 2000 мин$^{-1}$ и полной нагрузкой получены следующие значения индикаторного периода задержки воспламенения: φ_i = 4 ° п.к.в. – для нефтяного ДТ и φ_i = 6 °п.к.в. – для исследуемых растительных масел (см. табл. 2). Индикаторный период задержки воспламенения в единицах времени определяется из соотношения

$$\tau_i = \varphi_i / 6n.$$

В соответствии с этой формулой на указанном режиме работы двигателя Perkins AD3.152 индикаторный период задержки воспламенения равен: τ_i = 0,33 мс – для нефтяного дизельного топлива и τ_i = 0,50 мс – для исследуемых растительных масел (см. табл. 2).

Параметры воздушного заряда в цилиндре в момент начала впрыска определены следующим образом. Поскольку рассматриваемый дизель типа

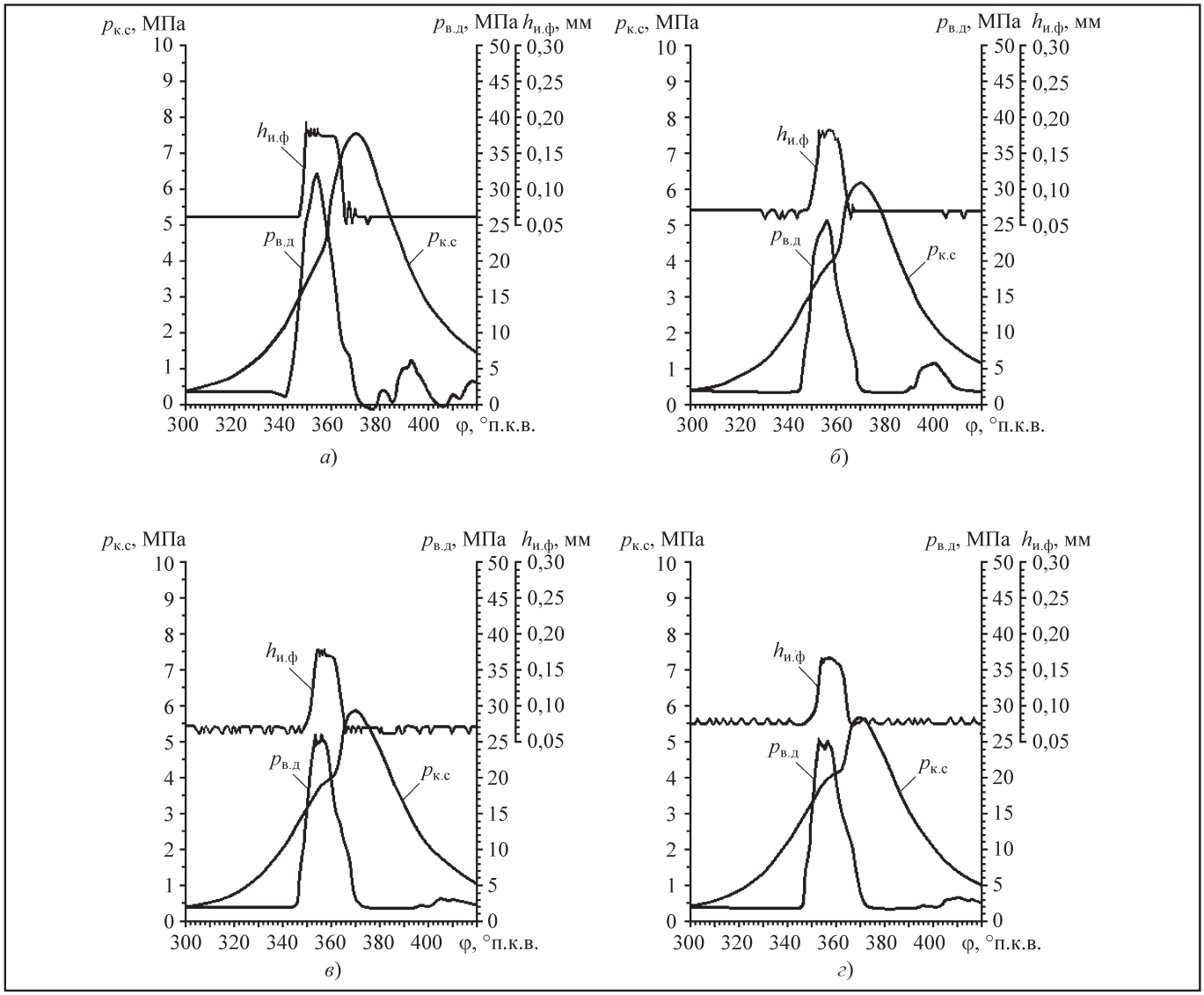


Рис. 2. *Изменения давления в камере сгорания $p_{к.с}$, давления в линии высокого давления системы топливоподачи $p_{в.д}$ (в нагнетательном топливопроводе) и положения иглы форсун $p_{и.ф}$ дизеля типа Perkins AD3.152, работающего на режиме с частотой вращения коленчатого вала $n = 2000$ мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (средним эффективным давлением $p_e = 0{,}84$ МПа) на нефтяном ДТ (а), РМ (б), ПМ (в) СМ (г); данные работы [9]*

Perkins AD3.152 является двигателем без наддува, принято, что в начале такта сжатия параметры воздушного заряда примерно соответствуют нормальным атмосферным условиям (давление $p_o = 1$ бар, температура $t_o = 20$ °С или $T_o = 293$ К). Принимая процесс сжатия адиабатическим (показатель адиабаты $k = 1{,}4$), можно определить текущее значение температуры в цилиндре с использованием уравнения для адиабатного сжатия

$$T_i = T_o \left(\frac{p_i}{p_o} \right)^{\frac{k-1}{k}}, \qquad (2)$$

где T_i и p_i – текущие значения температуры и давления в цилиндре на такте сжатия. Давление p_{347} в момент начала впрыска $\varphi_{впр} = 347$ ° п.к.в. определено с использованием индикаторных диаграмм на рис. 2 и оказалось равным $p_{347} = 32$ бара. Тогда в соответствии с уравнением (2) получено следующее значение температуры T_{347} в момент начала впрыскивания:

$$T_{347} = 293 \cdot 32^{0{,}286} = 790 \text{ К}.$$

Результаты указанных расчетов, сведенные в табл. 2, использованы для определения формул для

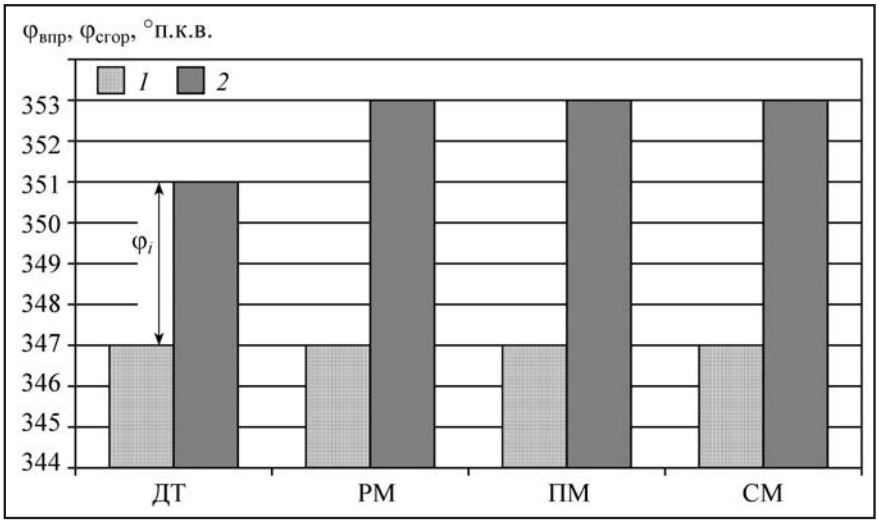


Рис. 3. *Момент начала впрыскивания $\varphi_{впр}$ (1) и момент начала сгорания $\varphi_{сгор}$ (2) двигателя Perkins AD3.152, работающего на режиме с частотой вращения коленчатого вала $n = 2000$ мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (средним эффективным давлением $p_e = 0{,}84$ МПа) на нефтяном ДТ, РМ, ПМ и СМ*

расчета периода задержки воспламенения нефтяного ДТ, РМ, ПМ и СМ в дизеле типа Perkins AD3.152.

Известные из литературных источников формулы для определения времени задержки воспламенения можно условно разделить на две группы [10, 11]. К первой из них относятся формулы, основанные на фундаментальных теориях цепных реакций, в частности на уравнении Н.Н. Семенова, связывающего задержку воспламенения τ_i с давлением p, температурой T и энергией активации E:

$$\tau_i = C \cdot p^{-n} e^{\frac{E}{RT}}, \qquad (3)$$

где C и n – константы; R – универсальная газовая постоянная. В некоторых известных формулах в отличие от формулы (3) вводятся дополнительные коэффициенты, учитывающие специфику рабочего цикла поршневого двигателя, как, например, в формуле H. Hiroyasu и др. [11]. Однако они тоже являются вариациями формулы (3) и, как правило, содержат экспоненциальную функцию. Вторая группа эмпирических формул отличается от (3) не только по структуре (отсутствием экспоненциальной функции) и наличием других специфичных параметров, кроме давления p и температуры T, но в некоторых случаях даже отсутствием p и T. К этой

Таблица 2

Параметры рабочего процесса дизеля типа Perkins AD3.152 на режиме с частотой вращения коленчатого вала $n = 2000$ мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (средним эффективным давлением $p_e = 0{,}84$ МПа)

Топливо	Момент начала впрыска $\varphi_{впр}$, ° п.к.в. (рис. 2)	Угол опережения впрыска топлива $\theta_{впр}$, ° п.к.в. до ВМТ	Угол начала сгорания $\theta_{сгор}$, ° п.к.в. до ВМТ	Момент начала сгорания $\varphi_{сгор}$, ° п.к.в.	Задержка воспламенения		Параметры в цилиндре в момент впрыска	
					φ_i, ° п.к.в.	τ_i, мс	p, бар	T, К
Дизельное топливо	347	13	9	351	4	0,33	32	790
Рапсовое масло	347	13	7	353	6	0,50	32	790
Подсолнечное масло	347	13	7	353	6	0,50	32	790
Соевое масло	347	13	7	353	6	0,50	32	790

группе можно отнести, например, формулы H.J. Oberg, B.C. Семенова, N.A. Henein и J. Bolt, а также самую распространенную в русскоязычной технической литературе формулу А.И. Толстова [11].

В работе [10] для форсированного дизельного двигателя, работающего на нефтяном ДТ, получена следующая формула для определения периода задержки воспламенения:

$$\tau_i = 0{,}55 p^{-1{,}3} e^{\frac{4400}{T}}, \quad (4)$$

где p и T – давление и температура в цилиндре двигателя в момент начала впрыскивания. При модифицировании этой формулы применительно к исследуемому дизелю типа Perkins AD3.152 получена следующая формула для расчета ПЗВ дизельного топлива:

$$\tau_i = 0{,}114 p^{-1{,}3} e^{\frac{4400}{T}}. \quad (5)$$

Проверка этой формулы применительно к случаю использования дизельного топлива показывает соответствие полученного результата данным табл. 1 по режиму с частотой вращения коленчатого вала n = 2000 мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (p_e = = 0,84 МПа):

$$\tau_i = 0{,}114 \cdot 32^{-1{,}3} e^{\frac{4400}{790}} = \quad (6)$$
$$= 0{,}114 \cdot 0{,}01105 \cdot 262{,}33 = 0{,}33 \text{ мс}.$$

Для случая использования в качестве топлива растительных масел формула (5) неприменима, поскольку у масел порядок реакции и энергия активации будут другими (из-за большей энергии активации растительных масел они входят в реакцию сгорания позже). Анализ данных работы [9] позволил формулу для расчета ПЗВ растительных масел в дизеле типа Perkins AD3.152 представить в виде:

$$\tau_i = 0{,}0735 p^{-1{,}2} e^{\frac{4800}{T}}. \quad (7)$$

При этом принято, что порядок реакции и энергия активации у рапсового, подсолнечного и соевого растительных масел одинаковы. Проверка формулы (7) позволила получить значение ПЗВ для исследуемых растительных масел, согласующееся с данными табл. 2:

$$\tau_i = 0{,}0735 \cdot 32^{-1{,}2} e^{\frac{4800}{790}} = \quad (8)$$
$$= 0{,}0735 \cdot 0{,}015625 \cdot 435{,}26 = 0{,}50 \text{ мс}.$$

Формулы (5) и (7) соответствуют работе дизеля типа Perkins AD3.152 на режиме с частотой вращения коленчатого вала n = 2000 мин$^{-1}$ и полной нагрузкой (p_e = 0,84 МПа) на нефтяном дизельном топливе и на растительных маслах соответственно. Аналогичные исследования периода задержки воспламенения этих топлив проведены и для других нагрузочных режимов, в частности, для режима с частотой вращения коленчатого вала n = = 2000 мин$^{-1}$ и неполной нагрузкой (средним эффективным давлением p_e = 0,68 МПа). При этом учитывалось, что исследуемый двигатель не оснащен устройством изменения (муфтой) угла опережения впрыскивания топлива. В связи с этим принято, что этот УОВТ (момент начала впрыскивания) является неизменным для всех нагрузочных режимов работы и при использовании различных топлив. Результаты проведенных исследований показывают, что на режиме с n = 2000 мин$^{-1}$ и p_e = = 0,68 МПа период задержки воспламенения оказался равен: τ_i = 0,50 мс – для нефтяного дизельного топлива и τ_i = 0,63 мс – для исследуемых растительных масел (см. рис. 4).

Определенный интерес представляет сравнительная оценка не только показателей динамики процесса сгорания нефтяного дизельного топлива и растительных масел, но и оценка показателей топливной экономичности исследуемого дизеля при его работе на этих топливах. Такая оценка проведена применительно к режиму с частотой вращения коленчатого вала n = 2000 мин$^{-1}$ и неполной нагрузкой – средним эффективным давлением p_e = = 0,68 МПа. Характеристики скорости выгорания исследуемых топлив приведены на рис. 5, а некоторые параметры дизеля на этом режиме представлены в табл. 3 [9].

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что ухудшение воспламеняемости растительных масел по сравнению с нефтяным дизельным топливом сопровождается снижением эффективности сгорания растительных масел. В частности, на исследуемом режиме при переводе дизеля типа Perkins AD3.152 с нефтяного дизельного топлива на расти-

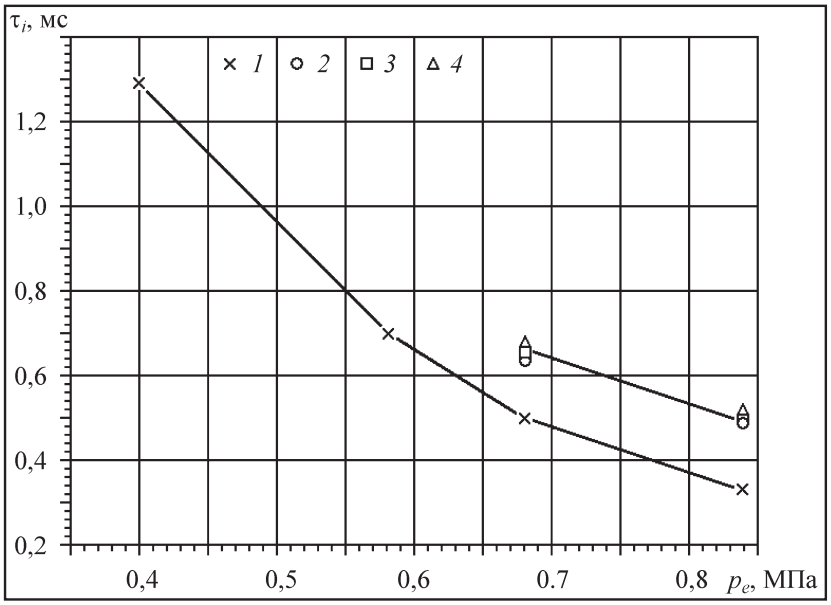


Рис. 4. *Период задержки воспламенения топлива в двигателе Perkins AD3.152, работающего на режимах с частотой вращения коленчатого вала n = 2000 мин$^{-1}$ и различных нагрузках на нефтяном ДТ (1), РМ (2), ПМ (3) и СМ (4); точками показаны экспериментально полученные значения*

тельные масла наряду с увеличением периода задержки воспламенения наблюдается снижение эффективного КПД двигателя на 4–5 %. В связи с этим необходима реализация мероприятий по улучшению показателей топливной экономичности. Среди этих мероприятий регулирование угла опережения впрыскивания топлива (исследуемый дизель не оборудован устройством регулирования УОВТ), согласование геометрических характеристик струй распыливаемого топлива с формой и размерами камеры сгорания, подогрев растительных масел и др. Но наиболее эффективным путем повышения эффективности сгорания рассматриваемых биотоплив, обеспечивающим одновременное улучшения показателей воспламеняемости биотоплив и топливной экономичности, является переход с нефтяного дизельного топлива на его смеси с растительными маслами. Причем, даже небольшая добавка растительных масел и их производных (эфиров растительных масел) обес-

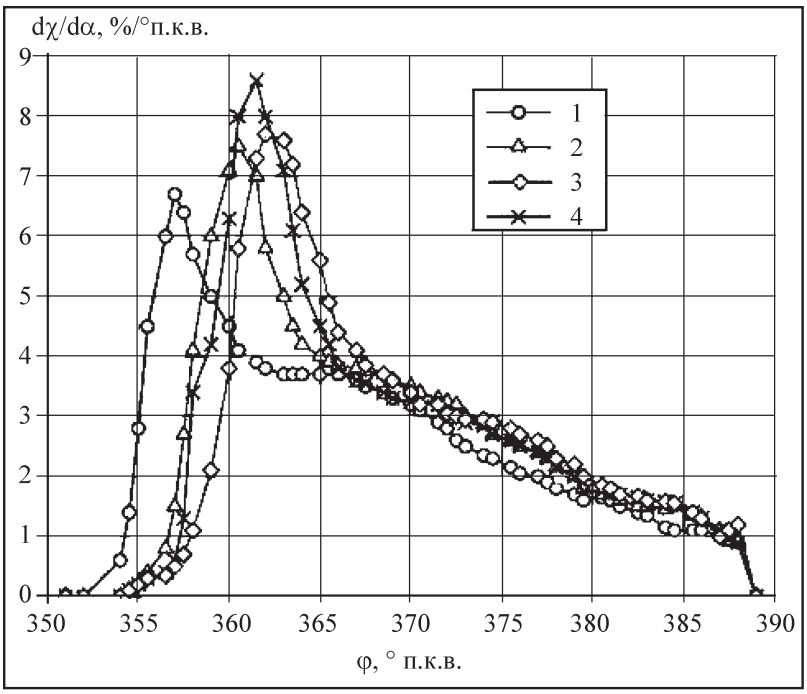


Рис. 5. *Скорость выгорания топлива в дизеле Perkins AD3.152, работающем на режиме с частотой вращения коленчатого вала n = 2000 мин$^{-1}$ и неполной нагрузкой (p_e = = 0,68 МПа) на нефтяном дизельном топливе (1), рапсовом (2), подсолнечном (3) и соевом (4) маслах*

Таблица 3

Параметры рабочего процесса дизеля типа Perkins AD3.152 на режиме с частотой вращения коленчатого вала n = 2000 мин$^{-1}$ и неполной нагрузкой (p_e = 0,68 МПа)

Топливо	Среднее индикаторное давление p_i, МПа	Индикаторная мощность N_i, кВт	Индикаторный КПД η_i, %	Среднее эффективное давление p_e, МПа	Эффективная мощность N_e, кВт	Эффективный КПД η_e, %	Низшая теплота сгорания H_U, МДж/кг	Удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт·ч)
Дизельное топливо	0,89	37,1	47,3	0,68	28,4	36,1	42,5	234,6
Рапсовое масло	0,80	33,4	42,5	0,61	25,4	32,5	37,3	297,0
Подсолнечное масло	0,78	32,5	41,5	0,59	24,6	31,7	37,1	306,1
Соевое масло	0,75	31,3	39,9	0,57	23,8	30,5	37,0	319,0

печивает заметное улучшение показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. **Кавтарадзе Р.З.** Теплофизические процессы в дизелях, конвертированных на природный газ и водород. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 238 с.

3. **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.

4. **Каменев В.Ф., Шатров М.Г., Теренченко А.С. и др.** Тепловые двигатели установок электро- и теплоснабжения, использующие биотоплива: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МАДИ, 2014. 92 с.

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

6. **Болдырев И.В., Дятлов Е.Г.** Исследование воспламеняемости бензинов и их отдельных фракций в дизелях // Автомобильная промышленность. 1976. № 11. С. 7–10.

7. **Толстов А.И.** Индикаторный период запаздывания воспламенения и динамика цикла быстроходного двигателя с воспламенением от сжатия // Труды НИЛД. 1955. № 1. С. 5–55.

8. **Марков В.А., Козлов С.И.** Топлива и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 296 с.

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

10. **Кавтарадзе Р.З.** Теория поршневых двигателей. Специальные главы: Учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 589 с.

11. **Кавтарадзе Р.З.** Формулы для расчета задержки воспламенения при работе газодизеля на различных газообразных топливах // Транспорт на альтернативном топливе. 2009. № 3. С. 36–42.

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА И РАПСОВОГО МАСЛА НА ДЫМНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ

В.А. Лиханов, д-р техн. наук;
А.Н. Козлов, М.И. Арасланов, "Вятская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВО Вятская ГСХА), г. Киров

Проанализированы основные предпосылки снижения дымности дизелей при работе на оксигенатных топливах. Приводятся результаты исследования дымности дизеля 2Ч10,5/12,0, а также некоторые показатели процесса сгорания при работе на этаноле и рапсовом масле с двойной системой топливоподачи.

Ключевые слова: рапсовое масло; этанол; дизель; сажа; дымность отработавших газов; двойная система топливоподачи.

IMPACT OF THE USE OF ETHANOL AND RAPESEED OIL ON THE SMOKE EXHAUST GAS OF A DIESEL ENGINE

Likhanov V.A., Dr. of technical sciences;
Kozlov A.N., Araslanov M.I., VPO Vyatka State Agricultural Academy, Kirov

The article analyzes the main preconditions reduce diesel smoke when working on the oxygenate fuels and the results of the study of diesel smoke and some indicators of the combustion process when running on ethanol and rapeseed oil dual fuel system.

Keywords: apeseed oil; ethanol; diesel engine; soot; exhaust gas smoke; dual fuel system.

Снижение доли транспорта в загрязнении окружающей среды является одним из главных государственных приоритетов, выделенных в Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. Для снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду предполагается выработка и ввод в действие механизмов государственного регулирования, обеспечивающих мотивацию перевода транспортных средств на экологически чистые виды топлива. На сегодняшний день существует множество работ, посвященных различным аспектам применения альтернативных топлив в дизелях, в том числе спиртов и растительных масел [1–7]. Важно, чтобы альтернативные топлива не только сохраняли эффективные показатели работы дизелей, но и снижали концентрацию вредных компонентов в отработавших газах.

Оксигенаты существенно снижают дымность дизелей. Наличие атомов кислорода сдерживает рост скорости цепной реакции образование зародышей сажи в цилиндре дизеля. Возникает водородное торможение радикально-цепных процессов высокотемпературного крекинга, известное как эффект Лангрюма. При распаде молекул спирта система насыщается водородными радикалами и радикалами гидроксидной группы, которые замедляют процессы дегидрогенизации и способствуют обрыву цепей на стадиях образования радикалов зародышей частиц сажи. Этанол обладает высокой теплотой парообразования, поэтому его испарение в камере сгорания влечет уменьшение температуры в предпламенной зоне крекинга, замедляя химические процессы образования зародышей сажистых частиц. Образовавшиеся при распаде и горении спирта молекулы водорода и воды интенсифицируют процесс газификации твердых частиц.

Анализируя склонность к сажеобразованию того или иного топлива в условиях камеры сгорания дизеля, нельзя не оценить его физические свойства, влияющие на качество смесеобразования. Основными параметрами, оказывающими влияние на качество распыла топлива в камере сгорания, являются поверхностное натяжение, вязкость топлива, температура кипения, теплота испарения, теплота сгорания, цетановое число. Из опыта применения спиртов в качестве топлива в дизелях и анализа их физических свойств, становится очевидным, что цикловая порция и период задержки воспламенения спирта в камере сгорания увеличиваются, более легкокипящее топливо испаряется, смесь становится более однородной по объему. Уменьшается совокупная доля топлива, участвующая в диффузионном горении, при этом возрастает скорость диффузии. Все это приводит к существенному снижению дымности дизелей.

Растительные масла имеют близкие к дизельному топливу теплоту сгорания, цетановое и коксовое числа, зольность и содержание серы, однако заметно отличаются по вязкости и плотности. Повышенные значения вязкости и поверхностного натяжения у рапсового масла (РМ) приводят к трансформации характеристик впрыскивания и распыливания, возрастанию дальнобойности топливной струи, что приводит к попаданию на стенки камеры сгорания большего количества топлива и уменьшает долю объемного смесеобразования. Изменяется динамика тепловыделения и соотношения количества топлива, сгорающего в различные периоды. Все это вместе с увеличением цикловой подачи биотоплива должно негативно сказываться на дымности, однако содержание небольшого количества кислорода в молекулах жирных кислот РМ (около 12 % масс.) приводит к снижению сажесодержания в отработавших газах.

На базе кафедры тепловых двигателей автомобилей и тракторов Вятской ГСХА были проведены исследования по влиянию использования этанола и РМ на дымность дизеля 2Ч10,5/12,0. Этанол подавался в камеру сгорания посредством штатной системы топливоподачи дизеля и воспламенялся от запальной струи рапсового масла, подаваемым в цилиндр дизеля штифтовой форсункой с помощью дополнительной системы топливоподачи.

На первых этапах исследования определялись запальная порция РМ и установочные углы опережения впрыска топлива. На номинальном режиме работы (n = 1800 мин$^{-1}$) оптимальная величина запальной порции РМ составила 13 мг/цикл. При этом расход этанола составил 5,4 кг/ч. Оптимальные установочные углы опережения впрыска топлив составили 34° поворота коленчатого вала до верхней мертвой точки, что на 4° раньше подачи штатного дизельного топлива.

При снятии нагрузочных характеристик проводились замеры дымности ОГ и индицирование рабочего процесса дизеля на различных нагрузках при работе на дизельном топливе и этаноле с запальным РМ. Экспериментальные данные были использованы для расчета показателей сажесодержания в цилиндре дизеля в зависимости от угла поворота коленчатого вала. Расчет производился по математической модели, разработанной на основе уравнений химической кинетики термического разложения углеводородов топлива и полимеризации ацетилена.

По результатам эксперимента установлено, что с увеличением нагрузки происходит существенный рост концентрации и массового содержания сажи в ОГ дизеля. При работе на дизельном топливе при p_e = 0,115 МПа измеренная концентрация сажи в ОГ $C_{ДТ_{опыт}}$ = 0,028 г/м^3, с увеличением нагрузки до p_e = 0,692 МПа значение концентрации растет в 36 раз и составляет 1,021 г/м^3 (рис. 1). При работе на альтернативных топливах значение концентрации сажи в ОГ с увеличением нагрузки растет менее интенсивно. Концентрация сажи в ОГ при p_e = 0,115 МПа $C_{опыт}$ = 0,042 г/м^3, что выше, чем при работе на дизельном топливе в 1,5 раза. При p_e = 0,692 МПа $C_{опыт}$ = 0,363 г/м^3, т.е. концентрация сажи в ОГ на всем рассматриваемом диапазоне нагрузок увеличилась в 8,6 раза. На максимальной нагрузке снижается концентрация сажи в ОГ при работе на этаноле и РМ в 2,8 раза по сравнению с работой на дизельном топливе.

С увеличением нагрузки растет максимальная осредненная температура газов в цилиндре T_{max} и достигает значений свыше 2000 К. При такой температуре, как принято считать, процессы газификации начинают преобладать. Однако этого не происходит вследствие существенного роста цикловой подачи и, соответственно, уменьшения коэффициента избытка воздуха. Влияние максимального давления сгорания P_z на сажеобразование в цилиндре не может быть столь значительно.

Концентрация сажи в ОГ на частоте вращения максимального крутящего момента (рис. 2) по результатам опытов при работе на дизельном топливе растет с 0,019 г/м^3 при p_e = 0,115 МПа до

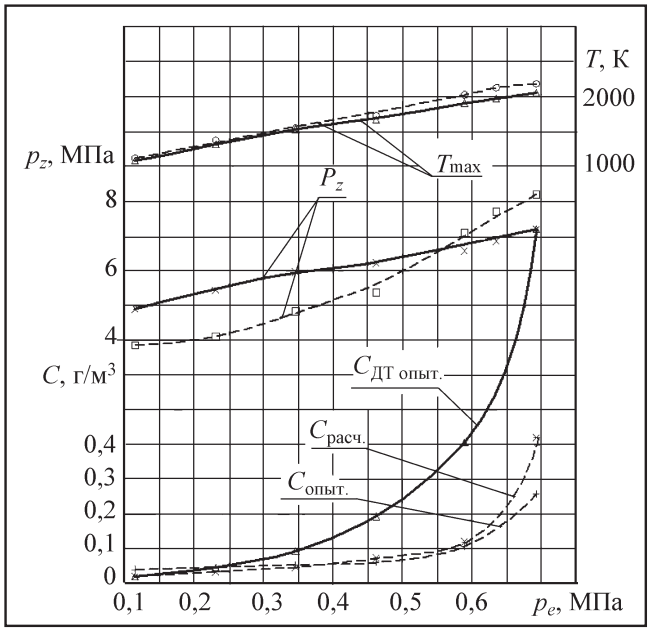


Рис. 1. *Влияние применения этанола с запальным РМ на показатели процесса сгорания в цилиндре и показатели сажесодержания в ОГ дизеля 2Ч10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи в зависимости от изменения нагрузки при n = 1800 мин$^{-1}$*

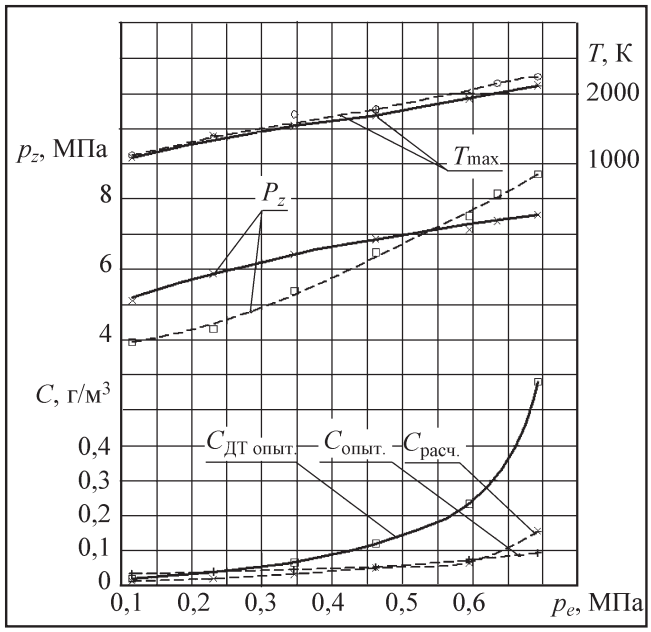


Рис. 2. *Влияние применения этанола с запальным РМ на показатели процесса сгорания в цилиндре и показатели сажесодержания в ОГ дизеля 2Ч10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи в зависимости от изменения нагрузки при n = 1400 мин$^{-1}$*

0,580 г/м^3 при p_e = 0,692 МПа. Концентрация сажи увеличивается в 30 раз. При работе дизеля на этаноле с запальным РМ концентрация сажи в ОГ растет с 0,032 г/м^3 до 0,093 г/м^3 при аналогичных нагрузках. Дымность дизеля повышается в 3 раза.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что на малых нагрузках дымность ОГ при работе на этаноле и РМ с двойной системой топливоподачи выше, чем при работе дизеля на дизельном топливе примерно в 1,5 раза, как на номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя, так и на частоте вращения максимального крутящего момента. С увеличением p_e можно наблюдать более интенсивный рост концентрации сажи в ОГ при работе на дизельном топливе. На номинальном режиме (p_e = 0,588 МПа) при работе на этаноле и РМ концентрация сажи в ОГ составляет 0,105 г/м^3, что в 3,8 раза меньше, чем при работе двигателя на традиционном топливе. На режиме максимального крутящего момента измеренное значение концентрации сажи в ОГ при работе с двойной системой топливоподачи составляет 0,057 г/м^3, что меньше, чем при работе двигателя на традиционном топливе в 4,1 раза.

Как представлено на графиках, результаты теоретических расчетов подтверждаются опытными данными. Наибольшая ошибка в расчетах была получена на максимальной нагрузке. На номинальном режиме и режиме максимального крутящего момента погрешность расчетов не превышает 5 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Лиханов В.А., Торопов А.Е., Романов С.А.** Измерение токсических показателей дизеля при работе на метаноло-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 4. С. 7–8.

2. **Лиханов В.А., Анфилатов А.А.** Дизель с воздушным охлаждением. Влияние метанола на его экологические параметры // Автомобильная промышленность. 2015. № 9. С. 10–12.

3. **Лиханов В.А., Деветьяров Р.Р., Копчиков В.Н., Фоминых А.В., Арасланов М.И., Козлов А.Н.** Образование оксидов азота в дизеле при работе на метаноле и метиловом эфире рапсового масла // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 5. С. 3–5.

4. **Лиханов В.А., Чупраков А.И., Зонов А.В., Шаромов И.М.** Влияние этанола на процесс сгорания в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 3. С. 75–77.

5. **Лиханов В.А., Попов В.М.** Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8.

6. **Лиханов В.А., Анфилатов А.А.** Образование оксидов азота в дизеле при работе на метаноле. Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 6 (19). С. 60–63.

7. **Лиханов В.А., Фоминых А.В., Копчиков В.Н.** Работа дизеля на метаноле и рапсовом масле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 1. С. 3–5.

НА ПЕТЕРБУРГСКОМ МЕЖДУНАРОДНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ФОРУМЕ

Цель выступления Алексея Борисовича Миллера, Председателя правления ПАО "Газпром", заключается в том, чтобы показать, что проект "Северный поток – 2" является высокоэффективным коммерческим проектом. И сделано это на основании семи простых, очень понятных аргументов.

Обычно, когда говорят и анализируют экономическую эффективность проекта "Северный поток", сравнивают только морскую часть этого проекта – морской газопровод из России в Германию. И сравнивают экономические показатели этого участка с какими-то другими вариантами маршрутов поставки российского газа в Европу. Но на проект необходимо смотреть шире: необходимо анализировать те изменения, которые происходят в ресурсной базе на территории России, в газотранспортных маршрутах на территории России, и, конечно, смотреть, как меняется ситуация на рынке Европы.

Алексей Борисович Миллер, *Председатель правления и заместитель председателя Совета директоров ПАО "Газпром"*

И первый аргумент сводится к тому, что мы с вами наблюдаем смещение ресурсной базы "Газпрома" с Надым-Пур-Тазовского региона в район Ямала. "Газпром" создал новый ресурсный центр газодобычи – Ямальский. И мы видим, что ресурсная база "Газпрома" все дальше и дальше смещается на Север. При этом "Газпром" в текущий период времени создает систему магистральных газопроводов "Бованенково – Ухта" и "Бованенково – Ухта – 2", "Ухта – Торжок", "Ухта – Торжок – 2", которые позволяют выводить ямальский газ для потребителей в России и за рубежом. Мы видим, что в течение ближайших 25 лет соотношение объемов добычи на двух наших ведущих ресурсных площадках изменится в диаметрально противоположную сторону. Это оказывает существенное влияние на газовые потоки – как экспортные, так и внутри страны.

Второй аргумент заключается в том, что мы также наблюдаем, кроме смещения ресурсной базы "Газпрома" от Надым-Пур-Таза в сторону Ямала, смещение экспортных потоков в Европе. Наблюдается резкое падение объемов собственной добычи газа в Европейском союзе. И самое главное, что это затрагивает газопотребление на Северо-Западе Европы в тех странах, которые являются крупнейшими потребителями. Мы сейчас видим подтверждение этого по динамике поставок российского газа, рост спроса на российский газ происходит в первую очередь в Северо-Западной Европе. Подчеркиваю два момента: это страны, которые традиционно являются крупными потребителями газа, и, во-вторых, это страны, которые сориентированы на европейскую ресурсную базу, которая показывает снижение собственной добычи. Соответственно, происходит смещение экспортных потоков от центрального коридора на северное направление.

Если посмотреть на наши существующие и перспективные газотранспортные маршруты не через политическую карту, а через снимок из космоса, то мы увидим, что наша новая ресурсная база – Ямал – и наш основной центр потребления – Северо-Запад Европы – на самом деле фактически соединяются прямой линией. И газопровод "Северный поток – 2" фактически является прямым продолжением системы магистральных газопроводов "Бованенково – Ухта", "Ухта – Торжок".

И третий наш аргумент, о том, что "Северный поток – 2" является высокоэффективным коммерческим проектом, заключается в том, что это са-

Во время выступления на сессии "Геоэкономика крупных инфраструктурных проектов" форума

мый короткий экспортный маршрут от нашей российской ресурсной базы на Ямале до рынков потребления. Вы видите, что между Ямалом и Грайфсвальдом фактически прямая линия. Если мы посмотрим на то, как газ поставляется в текущий период времени в Германию через территорию Украины, то мы увидим, что вообще-то это некий крюк — крюк, который по сравнению с северным коридором длиннее почти на 2 тыс. км. Длина этого газотранспортного экспортного маршрута почти в полтора раза больше северного коридора, в который входит и газопровод "Северный поток – 2". Так что северный коридор от Ямала до Грайфсвальда – это самый короткий путь, и это путь напрямую, путь бестранзитный.

Четвертый аргумент. Система магистральных газопроводов, которая в настоящее время строится "Газпромом" от Ямальского центра газодобычи, является самой современной газотранспортной системой в мире. Благодаря тесному сотрудничеству с нашими трубными предприятиями мы на сегодняшний день обеспечиваем рабочее давление в этих магистральных газопроводах 120 атм. И это принципиально другая ситуация для эффективности транспорта газа. Принципиально другая ситуация по сравнению с центральным коридором, по которому в текущий период времени газ транзитом через территорию Украины поставляется на европейские рынки. Система магистральных газопроводов создавалась не вчера, она также была в свое время современной. Но те магистральные газопроводы, которые работают в этом коридоре, рассчитаны на рабочее давление 55–75 атм.

И здесь, конечно, необходимо подчеркнуть, что благодаря низким удельным эксплуатационным затратам и, в частности, расходу газа на собственные нужды, новый северный коридор становится несравненно более экономически эффективным с точки зрения транспорта газа по сравнению с существующим ужгородским коридором, по сравнению с центральным коридором транспорта через территорию России. Эффективность газопроводов северного коридора по сравнению с магистральными газопроводами на рабочее давление 55 атм. в 6 раз выше и в 3 раза выше, чем магистральных газопроводов на 75 атм.

Пятый аргумент сводится к тому, что мы с вами, получив смещение ресурсной базы от Надым-Пур-Таза на Ямал, получив смещение потоков по территории России, получаем принципиально другую потоковую схему внутри России, внутри Единой системы газоснабжения Российской Федерации. И для нас это является принципиально важным моментом. Я подчеркиваю, что это принципиально важный аспект, который уже привел к тому, что "Газпром" начал программу по оптимизации затрат по центральному коридору.

Что это значит? Это значит, что в центральном коридоре в связи с развитием северного коридора, в связи с изменением схем поставки газа для потребителей внутри России, высвобождаются мощности, которые являются избыточными. "Газпром" на их содержание несет условно-постоянные эксплуатационные затраты. И "Газпромом" в текущий период времени начата программа оптимизации газотранспортных мощностей центрального коридора, которая предполагает ликвидацию до 2020 г. почти 4,3 тыс. км магистральных газопроводов в однониточном исполнении и закрытие 62 компрессорных цехов установленной мощностью более 3 ГВт. То, что касается транзитных мощностей, которые будут к 2020 г. в центральном коридоре в направлении Украины, то после проведения программы оптимизации эти транзитные мощности составят от 10 до 15 млрд м^3 газа в год. Экономия "Газпрома" на эксплуатационных затратах только до 2020 г. составит 1,6 млрд долл.

Шестой аргумент заключается в том, что "Северный поток – 2" является высокодоходным проектом. В первую очередь мы с вами прекрасно по-

Схемы газопроводов "Северный поток" и "Северный поток – 2"

нимаем, что "Газпром" будет платить сам себе как акционеру проекта "Северный поток – 2" транспортный тариф. При этом надо обратить внимание, что транспортный тариф для "Северного потока – 2" составляет 2,1 долл. за 1000 м^3 на 100 км. Актуальный газотранспортный тариф транзита через территорию Украины в настоящее время составляет 2,5 долл. за 1000 м^3 на 100 км. То есть транзит через территорию Украины на 20 % дороже, чем по "Северному потоку – 2". Те объемы, которые заложены в проекте "Северный поток – 2" в течение 25 лет при тарифе 2,1 долл. за 1000 м^3 на 100 км позволят "Газпрому" после уплаты налогов получить почти 7 млрд долл. дивидендов. И дивидендные доходы наших акционеров – европейских компаний, которые являются участниками этого проекта, – составят 7,3 млрд долл.

Мы упомянули сейчас с вами тариф 2,1 долл. по "Северному потоку – 2". Мы отметили, что эксплуатационные затраты по северному коридору, по системе магистральных газопроводов "Бованенково – Ухта", "Ухта – Торжок" значительно ниже, чем по центральному коридору. И это позволяет нам увидеть, что стоимость доставки газа из России в Германию по "Северному потоку – 2" в 1,6 раза ниже, чем транзитом через территорию Украины при существующем транзитном тарифе. Мы также использовали для анализа так называемый расчетный тариф – вы его все слышали, это тариф на уровне 4,6 долл. за 1000 м^3 на 100 км. Расчетный тариф позволяет Украине модернизировать, реконструировать свою газотранспортную систему. Если предположить, что Украина найдет такую возможность, найдет такое финансирование, и это будет сделано, соответственно ставка тарифа должна составлять 4,6 долл., и тогда стоимость доставки газа из России, от наших центров газодобычи в Германию по северному коридору, через "Северный поток – 2" будет в 2 раза ниже.

Аналогичный подход через транспортный тариф и низкие эксплуатационные затраты позволяет нам также сравнить "Северный поток – 2" с другими альтернативными маршрутами поставок газа на европейский рынок. Сопоставления с проектом "Шах-Дениз – 2" в Азербайджане, поставками СПГ из США и новым норвежским газопроводом Polarled показывают, что стоимость доставки нашего газа по сравнению с альтернативными маршрутами в 2–3 раза ниже.

Необходимо обратить особое внимание на седьмой аргумент. Это то, что северный коридор, "Северный поток", позволяет обеспечить существенное снижение экологических выбросов. Все дело в том, что современная система магистральных газопроводов позволяет резко снизить количество выбросов, и мы с вами видим, что магистральные газопроводы на давление 120 атм., наш газопровод "Северный поток – 2" на 220 атм. имеют гораздо более низкие удельные показатели по вредным выбросам в эквиваленте CO_2.

Сравнивая с маршрутом поставки нашего газа транзитом через территорию Украины, мы видим, что углеродный след в пересчете на экологически вредные выбросы, на CO_2 , составляет в год почти на 9 млн т больше, что составляет огромную цифру. На горизонте 25 лет – это 223 млн т CO_2, что сопоставимо с годовыми выбросами такой страны, как Нидерланды. Но самое главное, чтобы такой дополнительный годовой объем компенсировать — это сопоставимо с увеличением площади лесов Германии на 15 %.

Можно посмотреть, что собой представляют альтернативные источники энергии по сравнению с поставкой 55 млрд м^3 газа через "Северный поток – 2" на европейский рынок. Это эквивалентно 140 рейсам нефтяных танкеров, 645 рейсам судов для перевозки СПГ, 68 новым блокам АЭС, 250 блокам угольных ТЭС мощностью 400 МВт, 220 тыс. ветрогенераторов и 90 тыс. км^2 кукурузных полей для производства биоэтанола.

Здесь хотелось бы обратить внимание, что если анализировать углеродный след угольных электростанций, – а в Европе мы видим, что уголь пытается (или пытался) конкурировать с газом в течение последнего времени, – то альтернативный "Северному потоку – 2" вариант сооружения 250 блоков угольных электростанций соответствует дополнительным выбросам 77 млн т в год в CO_2-эквиваленте.

Все эти семь наших аргументов в сумме дают для "Газпрома" просто в разы больший экономический эффект по сравнению с поставками газа на экспорт через центральный коридор транзитом по территории Украины. И экономическая эффективность, в зависимости от того, какой транзитный тариф на Украине, от 2 до 2,7 раз выше. Это позволяет "Газпрому" в течение 25 лет заработать от 45 до 78 млрд долл. Как вы понимаете, это очень-очень солидные, серьезные деньги. Это очень впечатляющие цифры. Это не какие-то проценты, это даже не десятки процентов – это просто в разы более экономически эффективный маршрут.

Мы иногда слышим о том, что необходимо было бы оставить транзитом через территорию Украины где-то 30 млрд м^3 газа в год. Давайте посмотрим, что это значит с точки зрения дополнительных затрат для "Газпрома". Для "Газпрома" транзит через территорию Украины, новый контракт на 30 млрд м^3 газа в год – это дополнительные эксплуатационные затраты на 25 лет в объеме от 25 до 43 млрд долл. США. И, если есть инициаторы подписания такого рода транзитного договора, то все-таки необходимо иметь ответ на вопрос: "Кто и как Газпрому компенсирует эти дополнительные эксплуатационные затраты?". Также необходимо ответить на вопрос: "Кто подпишется под тем, что 30 млрд м^3 газа транзита через Украину – это дополнительные за 25 лет 112 млн т экологически вредных выбросов CO_2, что равняется годовому выбросу CO_2 такой страной, как Бельгия со столицей в Брюсселе?". Без сомнения, эти вопросы, в случае обсуждения такого рода варианта транзита газа в Европу после окончания нашего транзитного договора, который заканчивается 31 декабря 2019 г., должны иметь ответ.

"Северный поток – 2" – проект, который реализуется в настоящее время строго по графику, проводятся тендеры. В частности, уже проведен тендер на поставку труб для морского участка. "Газпром" буквально несколько недель тому назад проводил выездное совещание с российскими производителями труб. Вы знаете, что в рамках тендера на поставку труб для "Северного потока – 2" 60 % поставки достались российским трубникам. Поэтому место проведения нашего традиционного выездного совещания с представителями трубной промышленности было выбрано не случайно: Челябинский трубопрокатный завод – один из победителей тендеров. Труба уже изготавливается, и все идет по плану.

В самое ближайшее время будут определены компании, которые будут осуществлять трубоукладку. Она начнется в начале 2018 г. Проект "Северный поток – 2" идет строго по графику. У нас нет никаких сомнений, что в плановые, установленные сроки – до конца 2019 г. – будут созданы дополнительные экспортные мощности в объеме 55 млрд м^3 газа через Балтийское море напрямую, без транзита из России в Германию.

ВОСТОЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ "ГАЗПРОМА"

А.С. Фролов

"Газпром" продолжает реализацию Восточной газовой программы. Развиваются добычные и газотранспортные проекты в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, начато строительство Амурского газоперерабатывающего завода (ГПЗ). Предполагается увеличить мощность завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) на острове Сахалин, а в 2016 г. запланировано построить 400 км линейной части газопровода "Сила Сибири" – магистрали для поставки газа в Китай.

Восток нашей страны – это огромные малоосвоенные просторы. Геологическая изученность Восточной Сибири и Дальнего Востока не может сравниться с изученностью западной части нашей страны.

Освоение этих регионов связано с целым рядом сложностей, но в то же время открывает много возможностей: по организации новых газотранспортных маршрутов, созданию перерабатывающих производств, улучшению качества жизни и в целом – повышению привлекательности востока России для ее граждан. Ведущую роль в освоении Восточной Сибири и Дальнего Востока играет "Газпром".

Как отмечает заместитель Председателя правления ПАО "Газпром" В.А. Маркелов, газовая промышленность на востоке страны была создана в кратчайшие сроки.

В 2009 г. был введен в строй первый в России завод по производству СПГ на острове Сахалин, в 2010 г. – организовано газоснабжение Камчатского края, в 2011 г. запущен газопровод "Сахалин – Хабаровск – Владивосток", а в 2014 г. в эксплуатацию введено Киринское газоконденсатное месторождение и начато строительство газопровода "Сила Сибири". В 2015 г. начато строительство Амурского ГПЗ.

В.А. Маркелов, *Председатель правления ПАО "Газпром"*

"Газпром" продолжает геологоразведочные работы (ГРР) на шельфе о. Сахалин, в Республике Саха (Якутия), в Иркутской области, в Красноярском и Камчатском краях. Завершены ГРР по основному контуру Южно-Киринского месторождения (проект "Сахалин-3"). Продолжаются работы на Восточно-Одоптинском и Аяшском участках проекта.

На Чаяндинском месторождении в Якутии ГРР практически завершены, месторождение подготовлено к разработке. Ведется строительство эксплуатационных газовых скважин. На месторождении работают восемь буровых установок, их количество планируется увеличить до 13. Будет продолжена доразведка его нефтяной оторочки. По объектам обустройства нефтяной оторочки утверждена проектная документация, в том числе по нефтепроводу "Чаянда – ВСТО".

На Ковыктинском месторождении в 2016–2018 гг. намечено строительство разведочных скважин и проведение сейсморазведочных работ 3D. Запланированы ГРР на суше и шельфе полуострова Камчатка в период до 2026 г.

Китайское направление

В 2014 г. был подписан контракт на поставку 38 млрд м^3 газа ежегодно в Китай по "восточному" маршруту – газопроводу "Сила Сибири". Старт строительства газопровода был дан в сентябре 2014 г. Уже построено более 115 км. Всего в 2016 г. планируется построить 400 км линейной части.

Летом 2015 г. китайская сторона начала строительство газотранспортных мощностей на своей территории для приема газа из "Силы Сибири". В декабре 2015 г. "Газпром" и CNPC подписали соглашение о проектировании и строительстве трансграничного участка, включая подводный переход через реку Амур.

Старт строительства газопровода "Сила Сибири" был дан в сентябре 2014 г.

В мае 2015 г. "Газпром" и CNPC подписали Соглашение об основных условиях поставок газа по "западному" маршруту ("Сила Сибири-2"). "На сегодняшний день обсуждаются как коммерческие, так и технические параметры поставок по "западному" маршруту с компанией CNPC", – отмечает генеральный директор ООО "Газпром экспорт" Е.В. Бурмистрова. По "западному" маршруту предусматривается поставка в Китай 30 млрд м^3 газа в год.

В сентябре 2015 г. "Газпром" и CNPC подписали Меморандум о взаимопонимании по проекту трубопроводных поставок в Китай природного газа с Дальнего Востока России. Это третий проект поставок российского голубого топлива в Китай. Во многом его реализация будет зависеть от планов КНР по наращиванию потребления.

Китайская сторона планирует уже к 2020 г. нарастить потребление газа с нынешних 200 млрд м^3 до 300 млрд м^3 в год. И в дальнейшем ожидается рост, так как энергоемкость экономики КНР повышается, а электрогенерация требует перехода от угля к голубому топливу.

Не Китаем единым

"Газпром" осваивает рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) с 2005 г. На него приходилось более 75 % поставленных за прошедшие годы партий СПГ из торгового портфеля Группы. В 2015 г. компания поставила в страны АТР 2,9 млн т сжиженного природного газа – на 42 % больше, чем в 2014-м.

В начале 2015 г. на базе подписанных в 2014 г. Основных условий был заключен долгосрочный контракт на поставку до 2,9 млн т СПГ в год с проекта "Ямал СПГ".

А в октябре 2015 г. между компаниями Gazprom Marketing and Trading Singapore и Pavilion Gas (Сингапур) был заключен договор купли-продажи СПГ на 10-летний период. Соглашение предполагает поставки из портфеля СПГ Группы "Газпром" в адрес сингапурской компании.

"Газпром" также работает над реализацией новых собственных проектов СПГ, ориентированных на рынки АТР. В приоритете – строительство третьей технологической линии СПГ завода проекта "Сахалин-2" производительностью 5,4 млн т в год. Соответствующий меморандум был подписан "Газпромом" и Shell в июне 2015 г. В 2015 г. с проекта было отгружено 10,8 млн т сжиженного природного газа.

Планомерно развиваются проекты во Вьетнаме. Сотрудничество между "Газпромом" и PetroVietnam ведется в области поиска, разведки и добычи углеводородного сырья, а также по проектам использования газа в качестве моторного топлива и в энергогенерации.

Восточное направление становится все более важным для "Газпрома". На Востоке создаются новые производственные мощности, расширяются поставки и укрепляются связи со странами АТР. А вместе с этим укрепляется экономический потенциал Восточной Сибири и Дальнего Востока России.

МОТОРНЫЕ МАСЛА SHELL В РОССИИ

А.С. Савченко, по материалам Shell

12 июля 2016 г. концерн Shell пригласил журналистов специализированных изданий на свой комплекс по производству смазочных материалов в г. Торжке (Тверская обл.). На заводе Shell были продемонстрированы новый дизайн этикеток, оригинальная защита упаковки, результаты испытаний и новые моторные масла.

Административное здание Shell в Торжке

Новые этикетки моторных масел Shell Rimula

В конце мая 2016 г. концерн Shell объявил об изменении дизайна этикеток для премиальных дизельных моторных масел Shell Rimula. Новые этикетки должны выделить данный продукт из ряда конкурентов для привлечения покупателей. Дизайн этикеток будет обновлен в результате специального исследования, в шести странах.

Это исследование показало, что при взгляде на этикетку потребители в первую очередь обращают внимание на бренд, фирменную цветовую гамму производителя и легкость восприятия информации о продукте. Данные собирались с помощью инновационной технологии 3M Visual Attention Service (VAS), позволяющей оценить, на каких деталях упаковки останавливается глаз в первую очередь. Ашиш Котари, директор по упаковке концерна Shell отмечает: "Упаковка – это "безмолвный продавец", рекламирующий продукцию Shell покупателям в магазине. В реальном мире этикетка визуализирует бренд, а потребителям нравятся бренды, которые им понятны. Поэтому в основу нового дизайна было положено стремление четко определить значимость той или иной информации и выстроить ее в порядке приоритетности для потребителя, тем самым подтвердив позиционирование Shell как надежного партнера, помогающего нашим клиентам достигать максимальной эффективности в работе их техники".

Инновационные технологии Shell

Для гарантии высокого качества своей продукции весной 2016 года концерн Shell начал поэтапно вводить инновационную систему маркировки, включающую уникальную голограмму с многоуровневой защитой.

Производство высококачественных моторных масел требует тщательных исследований и четкого контроля качества продукции. Контроль качества продукции, производимой на заводе Shell в

В производственном цехе предприятия

Новый дизайн этикеток моторных масел Shell Rimula

г. Торжке, обеспечивается лабораторией концерна, которая сертифицирована в соответствии с российским законодательством и международными стандартами.

В марте 2016 г. Shell запустил программу нанесения уникальных защитных стикеров на бочки с моторным маслом объемом 209 л. Каждый стикер состоит из двух слоев и обеспечивает многоуровневую высокотехнологичную защиту.

Внешний слой стикера содержит:

1. Четырехзначный код (совпадающий с последними цифрами штрих-кода), который при попадании воды меняет цвет на ярко-розовый; после высыхания цвет становится исходным.

2. Цветовой элемент в нижней части стикера – меняет цвет при изменении угла обзора.

Нанесение этикеток на канистру

3. Голограмму в верхней части стикера – анимация четырех изображений, сменяющих друг друга.

Внутренний слой стикера содержит QR-код, который можно сканировать смартфоном и 16-значный код, который предназначен для проверки подлинности продукции на сайте ac.shell.com. В результате потребитель имеет возможность получить полную информацию о приобретаемом продукте и может быть уверен в том, что он приобрел оригинальную продукцию Shell.

Для проверки подлинности необходимо сорвать внешний слой стикера и, используя 16-значный код, проверить его на сайте ac.shell.com либо пройти проверку, отсканировав QR-код смартфоном.

Концерн Shell продолжает разработку защитных элементов упаковки и будет внедрять новые высокотехнологичные элементы защиты своей продукции. С июля 2016 г. начали наносить уникальные защитные голограммы на 1- и 4-литровые канистры масел.

Особого внимания заслуживает новая линейка полностью синтетических моторных масел Shell Rimula, созданная по технологии Dynamic Protection Plus.

Dynamic Protection Plus

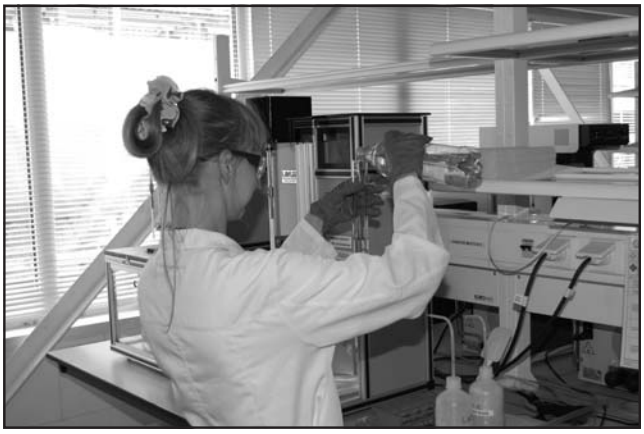
Dynamic Protection Plus – это производство базового масла из природного газа (Shell PurePlus) с добавлением в него комплекса присадок.

Кристально чистое базовое масло из природного газа, производимое по технологии Shell Pure Plus, практически не содержит нежелательных примесей, характерных для масел, производимых из нефти. Благодаря улучшенным показателям вязкости это базовое масло требует меньших затрат энергии на прокачку по системе смазки двигателя, что позволяет поднять топливную экономичность и обеспечить более уверенный пуск двигателя при отрицательных температурах. Кроме того, благодаря низкой испаряемости такое масло позволяет снизить его расход на угар.

Комплексный пакет присадок обеспечивает защиту тяжело нагруженного дизеля при работе в условиях экстремальных нагрузок, перепадах температур и неблагоприятных погодных условиях.

Shell Rimula – линейка высокотехнологичных моторных масел нового поколения,

Нанесение стикера на бочку



В лаборатории внимательно следят за качеством выпускаемой продукции

разработанных для тяжело нагруженных дизелей, работающих в суровых условиях. Эти масла обеспечивают превосходную защиту от износа и образования отложений, обладают повышенной стойкостью к воздействию высоких температур и удельных нагрузок.

Использование моторных масел Shell Rimula обеспечивает чистоту двигателя и повышает эффективность его работы, позволяет предотвращать непредвиденные простои и способствует оптимизации затрат на техническое обслуживание благодаря снижению износа двигателя, увеличению топливной экономичности и интервалов замены масла.

Новые продукты Shell

Моторное масло Shell Rimula R6M 10W-40 – первый продукт концерна, созданный с использованием технологии Dynamic Protection Plus, который "Шелл" начал производить на своем заводе в Торжке. Использование полностью синтетического моторного масла Shell Rimula R6M позволяет обеспечить максимальную эффективность работы современных тяжело нагруженных дизельных двигателей и снизить общие эксплуатационные затраты на содержание техники.

Shell Rimula R6M 10W-40 получило целый ряд современных одобрений и спецификаций, таких как Caterpillar (Cat ECF-2), Cummins (CES 20078), JASO (DH-1), Mack (Mack EO-N), MAN (3377), Renault (RLD-2) и API CI-4.

Это обстоятельство позволяет использовать синтетическое моторное масло Shell Rimula R6M 10w-40 в качестве единого продукта для смешанных парков техники.

Shell Spirax S6 CXME 5W-30 – полностью синтетическое всесезонное (в том числе при эксплуатации в арктическом климате) трансмиссионно-гидравлическое масло.

Перед запуском в промышленное производство масло Shell Spirax S6 CXME 5W-30 в течение нескольких лет проходило и успешно выдержало полномасштабную программу полевых испытаний в России. Результаты этих испытаний подтвердили сохранение работоспособности нового смазочного материала на протяжении гораздо более длительного срока эксплуатации, а также заметное снижение износа агрегатов.

Еще одна особенность этого масла состоит в том, что его использование дает возможность упрощения номенклатуры применяемых трансмиссионно-гидравлических масел (например, с двух-трех видов до одного).

Жесткие условия эксплуатации строительной техники в России предъявляют особые требования и к пластичным смазкам. Shell Gadus S5 V150 XKD – полностью синтетическая всесезонная смазка с вязкостью базового масла. Данный продукт превосходит требования многих спецификаций для внедорожной и горной техники, поскольку хорошо прокачивается в централизованной системе смазки при температурах до –50°С. Это было проверено в марте 2015 г. при работе экскаваторов и самосвалов горно-обогатительных комбинатов в Якутии.

ВОЗВРАЩЕНИЕ LIFAN SOLANO

А.С. Суворов

Китайская компания Lifan Motors Rus 21 сентября 2016 г. вывела на российский рынок новый седан Lifan Solano II. Новинка призвана укрепить позиции LIFAN в сегменте седанов С-класса.

Дизайн модели выполнен в соответствии с новым корпоративным стилем Lifan и отвечает современным мировым тенденциям. Solano II получил совершенно новый кузов, у него не осталось ни одной наружной панели от прежней модели. В целом внешний облик седана по сравнению с предшественником стал более стремительным и лаконичным. Хотя габариты почти не изменились, визуально новинка воспринимается как автомобиль более высокого класса. У него выразительная решетка радиатора с четырьмя горизонтальными хромированными планками, эффектные фары со светодиодными габаритными огнями по периметру. В передний бампер встроены светодиодные ходовые огни. У боковых панелей кузова выразительные выштамповки, что делает облик седана более динамичным. Также автомобиль получил новые боковые зеркала со встроенными указателями поворотов.

Задняя часть кузова также изменена. Здесь новый бампер и двухсекционные светодиодные фонари горизонтальной ориентации. Крышка багажника стала выглядеть более эффектно. При этом новый дизайн отличается функциональностью. Объем багажного отсека увеличился до 650 л, это один из лучших показателей в классе, при этом автомобиль оснащается полноразмерным запасным колесом.

Интерьер Lifan Solano II также полностью изменен. Значительно улучшена эргономика, богаче стало оснащение, большое внимание уделено качеству отделочных материалов. В салоне новая передняя панель, выполненная в строгом стиле. На центральной консоли современная мультимедийная система, способная считывать информацию с любых современных устройств. В топовой комплектации автомобиль оснащается штатной навигацией и камерой заднего вида. Седан получил новый трехспицевый многофункциональный руль, на который выведено управление основными функциями мультимедийной системы и бортового компьютера. Комбинация приборов стала более информативной. Уже в базовой комплектации обивка кресел автомобиля выполнена из экокожи, в отделке салона стало больше хромированных элементов. Конструкторы предусмотрели множество отсеков для мелких предметов. На центральной кон-

У Solano II появилась выразительная решетка радиатора с четырьмя горизонтальными хромированными планками, эффектные фары со светодиодными габаритными огнями по периметру. В передний бампер встроены светодиодные ходовые огни

Вячеслав Галузинский, заместитель генерального директора ООО "Лифан Моторс Рус", рассказывает о новом автомобиле Solano

Интерьер Lifan Solano II также полностью изменен. Значительно улучшена эргономика, богаче стало оснащение, большое внимание уделено качеству отделочных материалов. В салоне новая передняя панель, выполненная в строгом стиле

соли есть два подстаканника, между креслами расположен вместительный бокс-подлокотник, в обивках дверей сделаны карманы с отделениями для бутылок. В распоряжении пассажиров заднего ряда удобный центральный подлокотник с двумя подстаканниками.

Под капотом Lifan Solano II установлен 1,5-литровый бензиновый двигатель мощностью 100 л.с. с системой изменения фаз газораспределения, соответствующий нормам "Евро-5". Максимальный крутящий момент 129 Нм двигатель развивает в диапазоне от 4000 до 5000 об/мин. Средний расход топлива по сравнению с автомобилем предыдущего поколения снизился на 1 л и теперь составляет 6,5 л на 100 км.

Как и все автомобили марки Lifan, Solano II отличается богатым оснащением. Уже в базовой комплектации Comfort седан оснащен 15-дюймовыми колесами на штампованных дисках с колпаками, электроприводами всех боковых стекол, зеркал, подогревом передних сидений, кондиционером, центральным замком с пультом дистанционного управления, противоугонной сигнализацией, CD-аудиосистемой с USB-разъемом и 6 динамиками, бортовым компьютером и механизмом складывания спинок задних кресел в пропорции 60:40. Автомобили в данной комплектации доступны только с механической трансмиссией.

Седаны в топовой версии Luxury дополнительно оснащаются 15-дюймовыми легкосплавными колесными дисками, многофункциональным рулевым колесом, мультимедийной системой с камерой заднего вида и навигацией, задним парктроником и обогревом наружных зеркал. Автомобили в данной комплектации будут предлагаться как с механической коробкой передач, так и с вариатором.

Благодаря современному дизайну и богатому оснащению Lifan Solano II способен на равных конкурировать на отечественном авторынке с лучшими представителями в своем сегменте.

ЭКИПАЖ АЙРАТА МАРДЕЕВА ВЫИГРАЛ РАЛЛИ-РЕЙД "ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ"

Е. Г. Быкова, фото "КАМАЗ-мастер"

До последнего дня сохранялась интрига, кто выиграет "Шелковый путь 2016" в грузовом зачете. Четырнадцатый этап обещал расставить все точки над i. Напоследок организаторы повели караван через пустыню – бескрайние коварные дюны. Гонщики были удивлены тем, что пески простираются на 70 км без единого оазиса. Все участники сошлись во мнении, что именно таким должен быть финал.

До последней секунды продолжалась борьба за 3-е место на подиуме между голландцем Мартином Ван ден Бриком и экипажем 310 Эдуарда Николаева. С первых дней соперник не давал покоя команде "КАМАЗ-мастер". В итоговом зачете Бринк и экипажи "синей армады" то и дело менялись местами в верхних строках турнирной таблицы. Наконец, за пару этапов до финала гонки, из-за многочисленных поломок Бринк освободил первую строчку, спустившись на третье место. Лидирующую позицию занял экипаж 306 Айрата Мардеева, вторую строчку – экипаж 300 Дмитрия Сотникова – победителя "Шелкового пути" 2013 г. В том же порядке они завершили гонку. Как не старался отыграть упущенное время экипаж Эдуарда Николаева, тестирующий новый капотный грузовик, поломка на 14-м этапе не позволила это сделать.

"Последний спецучасток не был для нас удачным, – говорит Николаев. – Когда мы на хорошей скорости доехали до середины дистанции, сломался амортизатор. Осколки попали в вентилятор. И вентилятор просто размолотило. К тому же пробило радиатор. Пришлось остановиться и встать на ремонт. На устранение поломок ушло 45 мин, но даже после такого простоя мы сумели прилично отыграть. Мы догнали практически все грузовики, которые проехали мимо нас".

Айрат Мардеев дает интервью представителям СМИ

Накануне организаторы пообещали сложный финишный участок, и не обманули. "Давно не было таких этапов. Сегодня выиграли гонку те, у кого не только хорошие машины, но и сильная физическая подготовка. Побольше бы таких спецучастков на "Дакаре". Я очень доволен своим новым автомобилем, работой экипажа. Считаю, что первое место на этой гонке достойны занять мой штурман Евгений Яковлев и механик Владимир Рыбаков. А я так и пришел четвертым. Они справились со своей задачей на все сто процентов, у меня были помарки. Но, обещаю исправиться".

Эдуард Николаев рассказал, что для него эти пески не были такими сложными, как он ожидал. Дело в том, что к тому моменту, когда он подъехал к дюнам, лидирующие экипажи уже снесли острие дюн, так что остальные машины ехали уже по накатанной траектории.

Пилоту Дмитрию Сотникову на финише спецучастка не верилось, что он занял второе место. Стартовав под номером 300, Дмитрий переживал, что номер с двумя нулями по поверью гонщиков принесет неудачу.

"Постоянно об этом думал, и старался держать себя в руках, перестраховывался, – говорит Дмитрий Сотников. – Гонка была очень сложной, но мы старались до конца выдержать свой темп. И в техническом плане было все хорошо, мы даже колеса ни разу не меняли. В нашем экипаже новый штурман Иван Романов, он только нарабатывает опыт. И я очень рад, что мы все вместе преодолели этот сложный путь и выросли в профессиональном плане на этой гонке".

К финалу ралли у экипажа 306 Айрата Мардеева накопился временной "жирок", поэтому он мог себе позволить на последнем спецучастке ехать в свое удовольствие, наслаждаясь последними километрами "Шелкового пути".

"Мы немного сбросили темп, ехали спокойно, потому что никого не видели позади себя в зеркала. Была возможность полюбоваться видами красивых дюн. Поверьте, такая возможность выпадает довольно редко. Не скажу, что пески были сложными для нас, но мы всегда помнили о том, что внешность обманчива, местами дюны очень коварны. Машина работала без единого сбоя. Спасибо механикам, что подготовили хороший автомобиль. Штурман Айдар Беляев и механик Дмитрий Свистунов сработали безупречно. Это наша общая победа".

РАЛЛИ-РЕЙД "ВЕЛИКАЯ СТЕПЬ – ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ 2016"

Л.С. Арнаутова, НП РОСРР

Дадцать семь экипажей участвовали в завершающем этапе чемпионата России по ралли-рейдам "Великая степь – Шелковый путь". Гонке, проходившей с 3 по 6 сентября 2016 г. через Волгоградскую обл., Калмыкию и Астраханскую область, не случайно был присвоен наивысший коэффициент 1,2. "Боевая" дистанция трехдневного марафона перевалила за 1100 км, а спецучастки протяженностью 445 км сегодня не часто встречаются даже на Дакаре.

Так сложилось, что на каждом этапе гонки победителем дня в "абсолюте" становился новый экипаж – лидировал на третьем этапе ралли-рейда "Великая степь – Шелковый путь 2016" экипаж братьев Новиковых. Андрей Новиков признался, что ездить в паре с братом – это один из залогов их успеха, потому что они никогда не ссорятся, а к ошибкам друг друга на трассе относятся философски. По итогам и гонки, и сезона Новиковы стали серебряными призерами в "Суперпродакшн" и в абсолютном зачете.

Андрей Новиков: "План выполнен – мы на финише, сегодня был, наверное, самый быстрый день из всех трех, и с точки зрения навигации – наверное, самый сложный, так что победа на данном спецучастке не моя, а штурмана, потому что он справился почти один. Похоже, что наша команда выигрывает в командном зачете, в любом случае, на чемпионате России – это престижно, у меня получается серебряная медаль по итогам первого сезона на автомобиле "Суперпродакшн", и самое главное, что все автомобили нашей команды на финише и, наконец, все эти мелкие технические огрехи одолены, мы с этим занимались еще в прошлом году".

Экипаж Гадасин/Павлов провел спокойный день и уверенно преодолевал трассу, к концу дня даже снизив темп и придя к финишу третьим. По результатам гонки экипаж занял уверенное первое место, обойдя своих конкурентов на 15 мин и 41 с.

Еще один фаворит первой тройки лидеров – экипаж Рудской/Загороднюк остался доволен гонкой, по итогам третьего спецучастка. На финише пилот сообщил, что гонкой полностью удовлетворен, получил шикарные впечатления от автомобиля, дополнительные накат и опыт, а также отметил хорошую работу штурмана.

Тройка победителей абсолютного зачета по итогам гонки следующая:

Борис Гадасин/Дмитрий Павлов – 12:04:12;
Андрей Новиков/Владимир Новиков – 12:19:53;
Андрей Рудской/Евгений Загороднюк – 12:24:05.

Победителем и завершающего спецучастка, и по итогам гонки в зачетной категории "Рейд спорт" стал по праву экипаж Вилцанс/Рудницкий – спортсмены провели день практически без ошибок. Пилот скромно сообщил, что ему, конечно, приятно выиграть чемпионат в своей категории, но на этом он не планирует останавливаться и при этом амбициозных задач на победы в следующем сезоне не ставит.

Алдис Вилцанс: "Надо ездить дальше, я еду не из-за титулов, а из-за эмоций, а однократный чемпион или многократный – это не столь важно для меня, мне важен сам процесс гонки, я этим живу и

Экипаж Бориса Гадасина оказался в калмыцких степях вне конкуренции

Константин Иванов и Александр Горьков полны решимости обменять серебро в зачете Т2 на золото. Конечно, уже не в этом, а в следующем сезоне

мне это нравится. А титул – это такое, второстепенное дело".

Распределение оставшихся двух призовых мест в данной зачетной категории по итогам третьего спецучастка не изменилось. Хотя Максим Кирпилев постарался продолжить борьбу за вторую ступень призового подиума, но удача отвернулась от него – поломка тормозов заставила экипаж потратить около получаса на замену, и несмотря на то, что навигационных ошибок не было, а темп был хороший, отыграться им не удалось, третья позиция так и осталась третьей. Но спортсмены не унывают и обещают продолжить борьбу в классе в новом сезоне.

Самый быстрый интернациональный дуэт чемпионата России, латыш Алдис Вилцанс и белорус Андрей Рудницкий

Фортуна осталась на стороне Михаила Кострукова, который привел свою "ГАЗель" к финишу со вторым временным результатом, несмотря на проблемы с рациями в переговорном устройстве и одну "оставшуюся в живых" передачу.

По итогам гонки в классе "Рейд спорт" победители расположились так:

Алдис Вилцанс/Андрей Рудницкий – 13:41:22;

Михаил Коструков/Олег Нежнов – 14:35:38;

Максим Кирпилев/Вадим Шмайлов – 14:42:28.

В зачетной категории Т2 победу одержал экипаж, пришедший из категории трофи и по сути проведший первый свой сезон в ралли-рейдах. Иванов/Горьков по итогам сезона 2016 г. становятся вице-чемпионами, а по итогам гонки – первыми призерами. Несмотря на то, что третий этап прошел для бывших трофистов тяжело – с обгонами, разбортированными колесами и повышенной нервозностью, но спортсмены довольны и гонкой, и ее результатами.

Константин Иванов: "Тренировка боевая удалась: научились договариваться, меньше ругаться, любить друг друга – до этого сильно ругались, я штурмана навигации учил, он меня – рулежке. Мы заработали в этом сезоне серебро, а хочется золото, поэтому будем участвовать в следующем сезоне в этом же классе в чемпионате. Машину подлатаем и подремонтируем. Будем учиться чисто и аккуратно ехать. Гонка нам очень понравилась, я считаю, что это вообще была лучшая гонка в сезоне. Я люблю езду на высоких скоростях".

Австралийский пилот Адам Мартин вошел в раж и не просто удержал за собой вторую позицию в классе Т2, но и показал неплохую скорость для своей второй в жизни гонки, отстав от лидера класса всего на 4 мин. В своей ленте в "Инстаграм" штурман Мартина Алексей Кузьмич поблагодарил пилота за работу и сообщил, что их день прошел хорошо.

Прогнозы тренера новой пилотессы Юлии Мигуновой-Хегай о возможности получения призов не оправдались – и, наверное, к счастью, потому что хрупкая девушка заслужила свою награду, терпеливо преодолевая этап за этапом. Конечно, отрыв от "одноклассников" у нее огромный, но тем не менее, она удержалась в строю, хотя физически для нее эти нагрузки оказались непомерными. У экипажа Мигунова-Хегай/ Шубин – 3-е место.

Заводские команды "КАМАЗ-мастер" после Шелкового пути взяли тайм-аут. Так что грузовой зачет в финале чемпионата был представлен лишь двумя "газонами", которые до финиша так и не добрались

Впрочем, в этот раз интересная тройка призеров в зачетной категории получилась – все дебютанты в ралли-рейдах.

Положение в классе Т2 по итогам соревнования:

Константин Иванов/Александр Горьков – 14:09:09;

Адам Мартин/Алексей Кузьмич – 14:13:16;

Юлия Мигунова-Хегай/Кирилл Шубин – 22:50:16.

В зачетной категории Т3 удержал первенство экипаж Нурсубин /Шайнуров. Из-за схода в первый день одного из лидеров класса до этой гонки – экипажа Калининых контактной борьбы не получилось, поэтому своей победой по итогам гонки Нурсубин забирает себе еще и чемпионство класса. В финишном интервью пилот похвалил работу штурмана и рассказал, что у них за всю гонку не было никаких проблем и трудностей, а вот механикам работы досталось – требовался постоянный контроль, поскольку багги не любят долгих перегонов.

Марат Нурсубин: "Мы едем на нашей подвеске Fox как на Lexus – не ощущаем ям, ход подвески достаточно большой, мягко и комфортно, т.е. усталости как таковой нет. С навигацией мы справляемся хорошо только потому, что у меня отличный штурман, Ильшат раньше занимался ездой на мотоциклах в ралли-рейдах и я его немного переманил к себе в класс Т3, он молодец! Благодаря ему мы доехали, нигде не блуждали и финишировали".

Вторую позицию по итогам гонки занял экипаж Опарина/Лебедев. Всю гонку петербургский экипаж сражался не только с трассой и навигацией, а еще и с какими-то техническими проблемами. Это очень утомило пилотессу, Мария на финише призналась – она рада, что наконец-то этот ад закончился. Третье место на призовом подиуме в Т3 не занял никто потому, что экипаж Лимасов/Кожухов оформил сход.

Победители зачетной категории Т3:

Марат Нурсубин/ Ильшат Шайнуров – 16:12:52;

Мария Опарина/ Сергей Лебедев – 1 9:46:51.

В категории Т4 "Грузовики" ни один участник не классифицирован – попросту никого не осталось из-за сходов на 2-м этапе соревнования.

В командном зачете победу по итогам гонки бесспорно одержала команда NGRT – Suprotec Racing, все три автомобиля – на призовом подиуме в абсолютном зачете. Второе место – за латвийской командой AVmotorsports, а третье место получила команда "ГАЗ рейд спорт".

Можно поздравить всех участников и победителей с завершением чемпионата России по ралли-рейдам сезона 2016.

"Газпром" демонстрирует рост запасов газа

В 2015 г. "Газпром" уже традиционно увеличил свои запасы газа, а также мощности ПХГ. Об этом на пресс-конференции "Развитие минерально-сырьевой базы. Добыча газа. Развитие ГТС" рассказал заместитель Председателя правления ПАО "Газпром" Виталий Анатольевич Маркелов.

В результате проведенных "Газпромом" геологоразведочных работ на территории России в 2015 г. прирост запасов газа составил 531,1 млрд м^3. Восполнение запасов по отношению к объемам добычи составило 127 %. Таким образом, корпорация продолжает обеспечивать превышение прироста запасов природного газа над его добычей. "Основной прирост запасов газа получен на Южно-Киринском (213,2 млрд м^3) и Чаяндинском (205 млрд м^3) месторождениях", – отметил Виталий Анатольевич.

По состоянию на 31 декабря 2015 г. разведанные запасы природного газа "Газпрома" категорий А + В + С1 (по российской классификации) составляют 36,15 трлн м^3 – 72 % российских, или около 17 % мировых запасов. По словам члена Правления ПАО "Газпром" Всеволода Черепанова, в 2016 г. на геолого-разведочные работы в России планируется направить 80,4 млрд руб. Предполагается прирастить 511,4 т условного топлива.

В 2015 г. "Газпром" добыл 418,5 млрд м^3 газа – на 25,4 млрд м^3 меньше, чем в 2014 г. Это обусловлено снижением отбора газа потребителями. Продолжилось наращивание добычи газа на крупнейшем месторождении полуострова Ямал – Бованенковском. По итогам 2015 г. здесь добыто 61,9 млрд м^3, что на 19,1 млрд м^3 больше, чем в 2014-м. Уровень полезного использования попутного нефтяного газа по месторождениям ПАО "Газпром" составил 95,4 %.

Добыча жидких углеводородов в 2015 г. выросла по отношению к 2014 г. на 1,6 млн т и составила 51,3 млн т. В том числе добыча газового конденсата – 15,3 млн т, нефти – 36 млн т.

Протяженность газотранспортной системы "Газпрома" на территории России в 2015 г. достигла 171,2 тыс. км. "Газпром" ведет активную работу по ее развитию. Продолжилось расширение газотранспортного коридора для доставки ямальского газа в Единую систему газоснабжения России. Идет сооружение магистрального газопровода "Бованенково – Ухта – 2" с использованием для его строительства уникальных отечественных труб диаметром 1420 мм, рассчитанных на рабочее давление 11,8 МПа. В 2015 г. были введены в эксплуатацию линейные участки общей протяженностью около 133 км.

Начато строительство магистрального газопровода "Ухта – Торжок – 2" протяженностью порядка 970 км с проектной мощностью 45 млрд м^3 газа в год. Газопровод позволит доставлять необходимые объемы газа на северо-запад России для газоснабжения отечественных потребителей, а также поставок на экспорт.

Для повышения гибкости и обеспечения оптимальной загрузки газотранспортной системы, особенно при пиковых нагрузках осенне-зимнего периода, "Газпром" ведет работу по развитию системы подземного хранения газа (ПХГ). "Суммарная активная емкость по обустройству ПХГ, расположенных на территории Российской Федерации, на 31 декабря 2015 г. составила 73,6 млрд м^3, что на 3,5 % больше, чем в 2014 г.", – заявил В.А. Маркелов. Максимальная суточная производительность на начало сезона отбора была увеличена до 789,9 млн м^3 газа, что на 19,5 млн м^3 выше аналогичного показателя, достигнутого к сезону – 2014/15 гг.

В настоящее время "Газпром" продолжает строительство Беднодемьяновского, Волгоградского подземных хранилищ и развитие Калининградского ПХГ. На стадии принятия решения по строительству находятся несколько геологических структур под ПХГ (Арбузовское в Республике Татарстан, Шатровское в Курганской обл.), на стадии проектирования – Новомосковское ПХГ (Тульская область).

У Mitsubishi Motors в России новый президент

Компания ООО "ММС Рус", официальный дистрибьютор автомобилей Mitsubishi в России, объявляет о назначении нового президента и главного исполнительного директора компании, который вступит в права с 30 сентября 2016 г.

Новым президентом и главным исполнительным директором компании ООО "ММС Рус" станет г-н Наоя Накамура, который на данный момент является Исполнительным директором, отвечающим за российский рынок в штаб-квартире Mitsubishi Corp. в Токио. Г-н Накамура имеет значительный опыт работы на международных рынках, включая такие страны, как Северная Корея, Нидерланды и Россия. В 2013–2015 гг. г-н Накамура уже работал в России, отвечая за развитие компании "ММС Рус" в целом, а также за развитие направления запасных частей и аксессуаров.

Г-н Наоя Такаи, текущий президент и главный исполнительный директор компании "ММС Рус", окончил свой 5-летний срок руководства компанией "ММС Рус" и возвращается в штаб-квартиру Mitsubishi Corp., его новым направлением деятельности станет международное стратегическое планирование.

За прошедшие годы работы г-н Наоя Такаи внес значительный вклад в развитие бренда на российском рынке, достигнув увеличения годовых продаж автомобилей Mitsubishi до 80 тыс. автомобилей в 2014 г., что составило 4,1 % доли рынка. Было продано почти 400 автомобилей с электроприводом: моделей i-MiEV и Outlander PHEV, что позволило бренду Mitsubishi стать лидером сегмента в продажах электромобилей и автомобилей с гибридным типом двигателя. Была значительно расширена дилерская сеть бренда, достигнувшая уровня в 141 дилерский центр. Была запущена программа продажи сертифицированных автомобилей с пробегом – "Diamond Car", в сотрудничестве с дилерской сетью, были реализованы такие масштабные проекты национального уровня, как "Внедорожные парки Mitsubishi", "Интернет-магазины Mitsubishi", онлайн программа "Личный кабинет владельца" – приложение "M-Drive" и др.

"За прошедшие годы бренд "Митсубиши" много добился на российском рынке, но еще больше достижений, несмотря на трудности в автомобильной отрасли, нас ждет впереди: новинки модельного ряда, новые технологии, интересные и амбициозные проекты. Бренд Mitsubishi на российском рынке давно заслужил доверие и по праву является синонимом надежности. Все наши активности, разработки и ежедневный труд направлены на построение и удержание данного имиджа бренда. Мне особенно приятно в этот юбилейный год поздравить всех наших клиентов, партнеров и сотрудников компании с нашим общим достижением – 25 лет Mitsubishi Motors на рынке!" – сказал Наоя Такаи, президент и главный исполнительный директор компании "ММС Рус".

Г-н Наоя Накамура, в рамках пресс-конференции прокомментировал: "Я особенно горд тем фактом, что назначен на должность президента и главного исполняющего директора компании "ММС Рус", поскольку российский рынок стратегически важен и является приоритетным для бренда Mitsubishi."

Утверждена пятилетняя программа развития

Схема магистральных газопроводов в Ленинградской области

Председатель Правления ПАО "Газпром" Алексей Миллер и Губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко подписали программу развития газоснабжения и газификации региона на период до конца 2020 г.

Согласно документу "Газпром" планирует построить межпоселковые газопроводы общей протяженностью около 944 км и четыре газораспределительные станции. Это создаст условия для газификации 118 населенных пунктов в 16 районах области.

В свою очередь Правительство региона обеспечит строительство 456 км внутрипоселковых сетей, подготовит к приему газа около 30 тыс. квартир и домовладений, 47 котельных.

Суммарный объем инвестиций, который стороны направят на реализацию программы, оценивается в 21 млрд руб.

В 2003–2015 гг. "Газпром" построил в регионе 37 межпоселковых газопроводов общей протяженностью более 400 км. В результате совместной работы компании и Правительства области уровень газификации региона увеличился с 49,9 до 65,3 % (в том числе в городах – до 78,4 %, в сельской местности – до 42,6 %).

Для справки

Между ПАО "Газпром" и Правительством Ленинградской области подписаны Соглашение и Договор о сотрудничестве, Соглашение о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива, а также Меморандум о сотрудничестве в реализации инвестиционного проекта строительства на территории области завода по производству СПГ.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2016 ГОДУ

Содержание АГЗК+АТ № 1 (106) 2016

Чикишев Е.М.
Выявление причин, сдерживающих газификацию автомобильного транспорта природным газом 3

Кириллов Н.Г.
Водородное топливо для автотранспорта 9

Мюллер О.Д., Мелехов В.И., Малыгин В.И.
Теоретические основы упругопластического деформирования мелкодисперсных сред 15

Семёнов В.Г., Васильев И.П.
Сравнение экономических и экологических показателей дизеля при работе на биодизельных топливах разных сортов 24

Еремин И.С., Сурикова Ж.В., Сидоренко Д.О.
Особенности судебно-экологической экспертизы объектов почвенно-геологического происхождения 29

Суворов А.С.
Международная выставка "Газ на транспорте" GasSuf-2015 33

Кузнецов Л.В.
Завод КОММАШ в Арзамасе 37
Илон Маск: человек-легенда 41

Лецинская И.
Почетный гражданин, ученый, практик 45
"Газпром газомоторное топливо" ведет реконструкцию АГНКС в Новокузнецке 47
Электрический концепт Aston Martin Rapide 48
Новые масла "Газпромнефть" разработаны для российских климатических условий 49
Уникальное решение для управления корпоративными затратами 50
Перечень статей, опубликованных в журнале в 2015 году 52

Содержание АГЗК+АТ № 2 (107) 2016

Горшенин А.И.
Как повысить эффективность автотранспорта 3

Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Габсалихова Л.М., Валиев И.И.
Перспективы и риски перевода автотранспорта на газомоторное топливо 9

Иванов А.С., Чикишев Е.М.
Альтернативное топливо для дизельных двигателей 14

Марков В.А., Девянин С.Н., Наянова М.А.
Соевое масло как топливо для дизелей 20

Сидоренко Д.О., Сурикова Ж.В., Щанкина В.Г.
Разработка алгоритма анализа нефтешламов 39

Бондарь А.М.
Всероссийская конференция "О применении газомоторного топлива на транспорте: проблемы и перспективы" 43

Климова Т.В.
Технический семинар "Снижение пожароопасности объектов малотоннажного производства и потребления СПГ" 45

Кузнецова М.В.
"Группа ГАЗ" начала серийный выпуск "Урал NEXT" 47
Началось строительство Амурского газоперерабатывающего завода 50
В газовом КАМАЗе установили новое газобаллонное оборудование 51
Заливка масел "Газпромнефть" на конвейере УАЗа 52
Проводы российской команды G-Energy Team на "Дакар-2016" 52
Итоговый протокол Всероссийской конференции "О применении газомоторного топлива на транспорте: проблемы и перспективы" 54

Содержание АГЗК+АТ № 3 (108) 2016

Орлов В.А.
Газоокупаемость пассажирского транспорта 3

Султанов О.Н.
Инновационная 3Э-технология осушки природного газа 7

Барский И.А., Антипов Ю.А., Шаталов П.Р.
Зависимость коэффициента наполнения автомобильного двигателя с внешним смесеобразованием от температуры воздуха 11

Казаков Д.В., Кугрышева Л.И.
Фиксация и исследование диагностических параметров автомобилей, работающих на альтернативных видах топлива 14

Грушников В.А.
Концепция коммерческого автомобиля будущего 17

Савченко А.С.
Международный автомобильный салон NAIAS 2016 в Детройте 21
Устойчивость, рентабельность, сотрудничество 21

Шахназарова И.А.
СПГ в России 32
Устойчивость, рентабельность, сотрудничество 34

Заключаев В.А.
Прямой впрыск для газовых двигателей 38

Гайдукевич Д.А.
Автомобильный рынок России в 2015 г. 40

Золотова Л.И., Суворов А.С.
Ралли-марафон "Африка Эко Рейс 2016" 48
Коренев М.И.
Ралли-рейд "Дакар-2016" 53
Целевые показатели использования природного газа на транспорте закреплены 55
Татарстан – первый в России создает сеть по заправке транспорта сжиженным природным газом 55
Масла G-Energy вновь выдержали испытания "Дакаром" 56

Содержание АГЗК+АТ № 4 (109) 2016

Коклин И.М., Казаков Д.В., Потапенко Д.Г.
Газомоторное топливо – фактор, повышающий эффективность производства в агропромышленном комплексе 3
Гаваев А.С., Чайников Д.А., Свистунова В.А.
Оценка влияния температуры окружающего воздуха на изменение расхода топлива газобаллонных автомобилей 8
Марков В.А., Фурман В.В., Бебенин Е.В.
Совершенствование системы регулирования частоты вращения дизельного и газодизельного двигателей 12
Кириллов Н.Г.
Экология речного транспорта и новые российские технологии перевода судов смешанного и внутреннего плавания на сжиженный природный газ 30
Павлова В.П.
На конференции Ассоциации "Российские автомобильные дилеры" 38
Суворов А.С.
10-я Международная конференция AutoInvest-2016 40
Буцкий Ю.И.
Про газовые моторы и масло для них 41
Рафаэль Батыршин: "РариТЭК" – стратегический партнер КАМАЗа в развитии газомоторной отрасли 45
Гоголев Ю.Л.
Тест-драйв газобаллонного автомобиля КрАЗ-5401К2 49
Мошкина С.А.
НИИОГАЗ – более 80 лет на защите воздушного бассейна 51
Роскосмос создаст ракетный двигатель на метане 55
Международный форум автомобилестроения TIAF 2016 56

Содержание АГЗК+АТ № 5 (110) 2016

Марков В.А., Бебенин Е.В.
Использование природного газа в качестве моторного топлива для автотранспорта и сельскохозяйственных машин 3
Лиханов В.А., Анфилатов А.А.
Влияние метанола на его экологические параметры дизеля с воздушным охлаждением 11
Марков В.А., Акимов В.С., Шумовский В.А.
Водотопливные эмульсии как топлива для дизелей 14
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
Кочетов Д.А., Кравцов Д.В., Кравцова Е.В.
Современные системы магнитного подвеса для роторных машин 29
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
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

Содержание АГЗК+АТ № 6 (111) 2016

Иванов Э.С.
Особенности моделирования режимов работы газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций магистральных трубопроводов 3
Зенченко В.А., Глотов А.Н.
Разработка режимов обслуживания газовых систем питания автомобилей 20
Марков В.А., Девянин С.Н., Зыков С.А.
Смесевые биотоплива с добавками рапсового и подсолнечного масел 25
Жаров М.И.
Водород – топливо будущего!? 43
Куприянов С.В.
Сердце газотранспортной системы 46
Савченко А.С.
Новый газовый двигатель Scania V8 51
Вадим Сорокин: "Сжать зубы и не останавливаться" 52

Техника "Урал" на строительстве газопровода "Сила Сибири" 54
"Газпром" и "Ростехнадзор" подписали соглашение 55
Поставка газовых тягачей Iveco компании SMET 55
"Газпромнефть – смазочные материалы" запустила масштабную акцию 56

Содержание АГЗК+АТ № 7 (112) 2016

Николаев А.И., Терентьева В.Б., Торховский В.Н., Воробьев С.И.
Получение нефтяного кокса из модифицированного сырья 3
Зудов Г.Ю., Ощепков П.П.
Использование природного газа в качестве моторного топлива в условиях холодного климата 7
Чернышева Е.А., Хисамутдинов А.М., Мухаметярова А.Р.
Компримированный природный газ в качестве моторного топлива 12
Грушников В.А.
Альтернативное топливо? 18
Семинар "Газомоторное топливо: технологические аспекты и перспективные пути развития" 26
Суворов А.С.
Выставка VacuumTechExpo 2016 27
Правосудов С.А.
Стремительное развитие 29
Кузнецов Л.В.
Рынок газовых автобусов в России 33
Амиров А.А.
Большой тест-драйв MAN TGX/TGS 36
Савченко А.С.
Ралли-рейд "Золото Кагана – 2016" 39
Во Владимире развивается рынок газомоторного топлива 43
Автотопливозаправщик "Урал NEXT" для нефтегазовой отрасли 44
Сеть АГНКС "Газпром" в Башкортостане расширяется 45
Экологически чистые автобусы для Самары 45
От Мурманска до Владивостока 46
Набиуллин Ф.М.
Регистрация автомобилей с газобаллонным оборудованием в органах ГИБДД 47

Содержание АГЗК+АТ № 8 (113) 2016

Грушников В.А.
Совершенствование транспортной энергетики 3
Гайворонский А.И.
Сравнительный анализ теплового состояния поршня газожидкостного двигателя транспортного назначения и его дизельного прототипа 10
Марков В.А., Суровцев И.Г., Блудова И.И., Зыков С.А.
Анализ экологических характеристик этанола и его смеси с нефтяным дизельным топливом 18
Савинская И.В.
9-я Международная выставка "Мир автобусов" 32
Куприянов С.В.
Как природный газ используется в качестве автомобильного топлива 36
Сергеев М.В.
Газовый грузовик Scania G340 CNG – автомобиль будущего 38
Арнаутова Л.С.
Ралли-рейд "Великая степь – Дон 2016" 41
Канунников С.В.
Советские машины на альтернативном топливе 44
"Газпромнефть – смазочные материалы" и БЕЛАЗ подписали меморандум о стратегическом сотрудничестве 47
Новая модель спецтехники "Урал NEXT" для строительной отрасли 48
"Газпромнефть – смазочные материалы" начала поставки масел в Казахстан 48

Содержание АГЗК+АТ № 9 (114) 2016

Грушников В.А.
Энергетические инновации. Часть 1: генерация и теплообмен 3
Чикишев Е.М.
Расширение использования природного газа путем рационального строительства АГНКС (на примере г. Тюмени) 8
Подвойский А.О., Решетников А.Д., Крылов П.В., Шарохин В.Ю.
Методика расчета на прочность магистральных трубопроводов из обетонированных труб для подводных переходов 14
Абдуллаева Н.Р., Амирасланова М.Н., Алиева Р.В., Бекташи Н.Р., Мустафаев А.М., Рустамов Р.А., Мамедзаде Ф.А., Алиева Ш.Р. и Алиева А.П.
Исследование молекулярно-массового распределения фенолформальдегидных олигомеров, модифицированных имидазолинами на основе дистиллированных природных нефтяных кислот и полиаминов 22
Патрахальцев Н.Н., Савастенко А.А., Хоссейн-Бех-джуйан
Применение легковоспламеняющейся жидкости для повышения эффективности разгонов дизеля после пуска 26
Суворов А.С.
17-я Международная выставка "Строительная техника и технологии СТТ-2016" 32
Жерар де Рой – легенда отвечает на вопросы 37
Малинина Н.В.
Новые горизонты TOHAPA 39
Савченко А.С.
Территория экспертов DAF 41
Быкова Е.Г.
"КАМАЗ-мастер" на ралли-рейде "Шелковый путь" 42

Положительная динамика развития динамики сотрудничества России и КНР в газовой сфере 45
"Газпром" и Linde AG обсудили ход реализации проекта строительства Амурского ГПЗ 46
Электрические грузовики Scania вышли на дорогу! 47
Газификацию России тормозят неплатежи и отставания в подготовке потребителей к приему газа 48

Содержание АГЗК+АТ № 10 (115) 2016

Грушников В.А.
Энергетические инновации. Часть 2: аккумулирование и восстановление 3
Горшенин А.И.
Пути повышения эффективности автотранспортного предприятия 8
Лиханов В.А., Лопатин О.П.
Скоростные режимы работы турбонаддувного дизеля на природном газе 13
Зайдес С.А., Протасов А.В.
Инновационное управление риском в жизненном цикле оборудования нефтехимического комплекса 18
Лиханов В.А., Россохин А.В.
Улучшение экологических и эффективных показателей дизеля Д-120 путем применения этанола 26
Куприянов С.В.
В текущем году "Газпром" построит 35 новых АГНКС 29
Кащеева Е.В.
Вторая конференция поставщиков "ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС" 30
Импортозамещение – это развитие национальной производственной базы и системы поставщиков 32
Зорина С.Н.
Газовый приоритет 35
Ломан С.А.
Тест-драйв BMW i3 39
Фролов А.С.
Сланцевый газ: Британия и Европа 41
Двухтопливная Lada Vesta CNG поступит в продажу к концу этого года 45
Производители газомоторной техники получат субсидии 45
Нанотехнологии помогут сделать прорыв 47
Foton Motor открыл первый собственный дилерский центр в России 48

Содержание АГЗК+АТ № 11 (116) 2016

Николаев А.И.
Функциональное моделирование технологических процессов получения углеродных материалов из продуктов электрокрекинга жидкого органического сырья 3
Лиханов В.А., Лопатин О.П.
Нагрузочные режимы работы газодизеля с рециркуляцией отработавших газов 10
Марков В.А., Жердев А.А., Фурман В.В., Коссова Л.Е.
Технологии использования попутного нефтяного газа для генерирования электроэнергии 17
Наджафова М.А., Теюбов Х.Ш., Мамедова Т.А., Сафарли И.А., Мовсумов Н.Э., Аббасов М.М., Алиева С.К., Аббасов В.М.
Парамагнитная природа продуктов пиролиза растительной биомассы 26
Куприянов С.В.
Перспективы развития газификации и рынка газомоторного топлива в Твери 29
Савченко А.С.
Московский международный автомобильный салон 2016 31
Якшин М.И.
ТОНАР приступил к выпуску крупнотоннажного автопоезда 40
Савченко А.С.
Моторные масла из Омска 42
Суворов А.С.
АВТОВАЗу 50 лет! 44
Контракт на поставку масел для БЕЛАЗа 46
Bosch предлагает впрыскивать воду в двигатель 47
В Венгрии открылась первая станция G-Energy Service 48

Содержание АГЗК+АТ № 12 (117) 2016

Чикишев Е.М., Чикишева А.А.
Экономическое обоснование использования природного газа автобусами малой вместимости 3
Грушников В.А.
Энергетические инновации. Часть 3: использование энергии 10
Марков В.А., Кавтарадзе Р.З., Са Бовэнь
Исследование воспламеняемости растительных масел в камере сгорания дизельного двигателя 15
Лиханов В.А., Козлов А.Н., Арасланов М.И.
Влияние этанола и рапсового масла на дымность отработавших газов дизеля 24
На Петербургском международном экономическом форуме 27
Фролов А.С.
Восточное направление "Газпрома" 31
Савченко А.С.
Моторные масла Shell в России 33
Суворов А.С.
Возвращение Lifan Solano 36
Быкова Е.Г.
Экипаж Айрата Мардеева выиграл ралли-рейд "Шелковый путь" 38
Арнаутова Л.С.
Ралли-рейд "Великая степь – Шелковый путь 2016" 39
"Газпром" демонстрирует рост запасов газа 42
У Mitsubishi Motors в России новый президент 43
Утверждена пятилетняя программа развития 44
Перечень статей, опубликованных в журнале в 2016 году 45