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

Том 16. № 9. 2017 г. Издается с января 2002 г. Периодичность – ежемесячно

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКА

Ерохов В.И.

Технико-эксплуатационные показатели газобаллонных автомобилей нового поколения. Лекция № 1. Энергетические показатели газовых двигателей 387

Приведены мощностные характеристики современных газовых двигателей. Объяснен механизм изменения энергетических показателей газового двигателя нового поколения. Установлены закономерности изменения мощностных параметров газовых двигателей **нового** *поколения. Обобщены характеристики мощностных параметров газовых двигателей. Изложены особенности эксплуатации автомобилей на газовом топливе.*

Раенбагина Э.Р.

Аспекты технической эксплуатации газобаллонных автомобилей 397

Анализируя опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей, можно утверждать, что наилучшие показатели ГБА, и прежде всего экологические, могут быть получены только при строгой регламентации компонентного состава СУГ. Кратко изложены этапы и тенденции развития ГБО и газобаллонных автомобилей в целом. Дано понимание технической эксплуатации автомобиля и подробно указаны связанные с ней проблемы.

Лебедев М.С., Филипповский Н.Ф., Быков Д.О.

Получение пропан-бутана за счет оптимизации производства СПГ на АГНКС 407

Малотоннажное производство сжиженного природного газа (СПГ) на сегодняшний день является одним из наиболее актуальных направлений деятельности ООО "Газпром трансгаз Екатеринбург". Качество продукта зависит от технологии производства. Для увеличения концентрации метана в СПГ необходимо отделять тяжелые углеводороды. В данном докладе представлена технология сепарации и методы использования тяжелых углеводородов на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) г. Первоуральск.

Грушников В.А.

Перспективные инновации в автомобильной сфере 409

Многочисленные реализации инновационных разработок и продвижений передовых конструктивно-технологических мероприятий в области автомобилестроения и эксплуатации колесных транспортных средств свидетельствуют о жесткой конкуренции автопроизводителей и транспортников, эксплуатирующих эти массово использующиеся во всех отраслях экономики средства перевозки грузов и пассажиров.

ИНФОРМАЦИЯ

Виктор Зубков: Перспективы экономического развития Курганской области во многом связаны с газификацией 417

Савченко А.С.

18-я Международная специализированная выставка "Строительная техника и технологии" 419

Штанов В.В.

Потребителям газомоторной техники не хватает АГНКС 422

Тыртычный А.М.

Hyundai Santa Fe – семейный кроссовер 424

Спрос на голубое топливо будет расти 426

Новости 429–432

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.И. Ерохов** (Московский Политехнический университет, 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)
д.т.н. **В.А. Марков** (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)
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 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
www.mashin.ru
Подписано в печать 28.08.2017 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 по каталогу "Пресса России"– индекс **39543**

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”, 2017

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

Vol. 16. № 9. 2017 г. Published from January, 2002 Periodicity – monthly

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

CONTENTS

SCIENCE

Erokhov V.I.

Technical and operational characteristics of gas-cylinder cars of the new generation. Lecture №1. Energy performance gas engines given the power characteristics of modern gas engines 387

Energy performance gas engines given the power characteristics of modern gas engines. Explained the mechanism changes the energy parameters of the gas engine of a new generation. The regularities of change of power parameters of the gas engines of new generation. Summarizes the characteristics of the power parameters of the gas engines.Given the peculiarities of operation of vehicles using compressed natural gas.

Raenbagina E.R.

Aspects of technical operation of gas-cylinder vehicles 397

At the present time there are more and more frequent violations in the technological process of technical operation of the GBA. This adversely affects the ecological situation in the residential area of the city, damages the health of people, and can also cause an explosion and cause material losses and human casualties, since a heavy hydrocarbon gas that diffuses in the air can easily form an explosive gas-air mixture.

Lebedev M.S., Filippovsky N.F., Bykov D.O.

Getting propane-butane due to optimization of LNG production at AGFS Pervouralsk 407

Today low-tonnage production of liquefied natural gas (LNG) is one of the most important directions of activity of LLC "Gazprom Transgaz Yekaterinburg". Product quality depends on the production technology. The heavy hydrocarbons must be separated to increase the concentration of methane in LNG. This report provides separation technology and methods of using the heavy hydrocarbons at automobile gas filling station (AGFS) Pervouralsk.

Grushnikov V.A.

Perspective innovations in the automobile sphere 409

Numerous realization of innovative developments and advances of the advanced constructive and technological actions in the field of automotive industry and opera-tion of wheel vehicles testify about rigid the competition of the car makers and transport workers operating these in large quantities the economies of means of transportation of goods which are used in all branches and passengers.

INFORMATION

Viktor Zubkov: Prospects for Economic Development of the Kurgan Region In many respects connected with gasification 417

Savchenko A.S.

18th International Specialized Exhibition "Construction Machinery and Technologies" 419

Schtanov V.V.

Consumers of gas-powered vehicles are lacking CNG filling stations 422

Tyrtychny A.M.

Hyundai Santa Fe – family crossover 424

Demand for blue fuel will grow 426

News 429–432

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.I. Erohov** (Moscow Polytech, University, 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
doct. of techn. sc. **V.A. Markov** (Bauman MSTU, Moscow)
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 (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 indexe "The Russian Press" – **39543**

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", 2017

УДК 621.436.7.013

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. ЛЕКЦИЯ № 1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В.И. Ерохов, д-р техн. наук, Московский политехнический университет (Московский политех)

Приведены мощностные характеристики современных газовых двигателей. Объяснен механизм изменения энергетических показателей газового двигателя нового поколения. Установлены закономерности изменения мощностных параметров газовых двигателей нового поколения. Обобщены характеристики мощностных параметров газовых двигателей. Изложены особенности эксплуатации автомобилей на газовом топливе.

Ключевые слова: *компримированный природный газ; газовый двигатель; мощность газового двигателя; система зажигания; подогрев горючей смеси; цикловой расход топлива; степень сжатия.*

LECTURE №1. ENERGY PERFORMANCE GAS ENGINES GIVEN THE POWER CHARACTERISTICS OF MODERN GAS ENGINES

Erokhov V.I., Dr. of technical sciences, Moscow Polytechnic University

Energy performance gas engines Given the power characteristics of modern gas engines. Explained the mechanism changes the energy parameters of the gas engine of a new generation. The regularities of change of power parameters of the gas engines of new generation. Summarizes the characteristics of the power parameters of the gas engines.Given the peculiarities of operation of vehicles using compressed natural gas.

Keywords: *compressed natural gas; engine gas; power gas engine; ignition system; preheating of the combustible mixture; the cyclic consumption of fuel; compression.*

Во многих странах разработаны и реализованы программы применения альтернативных видов топлива на автомобильном транспорте. Ведущее место занимает газовое топливо СУГ, КПГ и сжиженный природный газ (СПГ). Широкое применение газового топлива характеризуется разнообразием конструкций газовой аппаратуры и средств заправки автомобилей СПГ. На автотранспорт поступает ГБА нового поколения, реализующие потенциальные преимущества газового топлива. Важное место занимает система подготовки специалистов в области широкой и эффективной эксплуатации современных ГБА [1].

Рабочий процесс газового и базового двигателя практически одинаков. Основные показатели ГБА несколько отличаются от базовых бензиновых модификаций. Смесеобразование происходит вне цилиндров газового двигателя.

Применение сжиженного углеводородного газа (СУГ) и компримированного природного газа (КПГ) по-разному влияет на эксплуатационные свойства ГБА.

При переводе бензинового двигателя на СУГ и КПГ при невысокой степени сжатия в диапазоне $\varepsilon = 6{,}5–8{,}0$ происходит уменьшение максимальной его мощности на 5–6 % и 14–15 % соответственно.

Уменьшение мощности газового двигателя является вполне закономерным, так как энергосодержание газовоздушной смеси на 3–4 и 8–10 % соответственно меньше по сравнению с бензиновоздушной смесью. Подобная закономерность обусловлена уменьшением наполнения цилиндров из-за неизбежного подогрева впускной системы газовоздушной смеси и меньшей объемной теплотой сгорания по сравнению с показателем бензиновой горючей смесью. Величина циклового наполнения $G_{вц}$ (мг/цикл), являющаяся одним из важнейших первичных управляющих параметров, определяет характер протекания рабочего цикла с учетом рециркуляции ОГ:

$$G_{вц} = V_h \gamma_{вп} \frac{T_{вп}}{T_{вп} + \Delta T} \frac{\varphi_{доз}}{k(\varepsilon - 1)} \frac{P_a}{P_{вп}} \times \times \left(\varepsilon - \frac{P_\gamma}{P_а} + (k-1)(\varepsilon - 1)\eta_в \eta_{рц} \right), \quad (1)$$

где $G_{вц}$ – величина циклового наполнения; V_h – рабочий объем цилиндра; $\gamma_{вп}$ – плотность воздуха во впускной системе; ΔT – изменение температуры смеси на впуске; $\varphi_{доз}$ – коэффициент дозарядки; $P_а$ – давление конца впуска; $P_{вп}$ – давление свежего заряда в начале впуска (на входе в цилиндр); k – коэффициент адиабаты; $\eta_в$ – коэффициент наполнения; $\eta_{рц}$ – коэффициент рециркуляции ОГ; P_γ – давление остаточных газов и перепускаемых газов; ε – степень сжатия.

Цикловое наполнение зависит от конструктивных параметров двигателя и выпускной системы автомобиля, внешних условий на впуске и противодавления системы выпуска ОГ.

В качестве основных факторов, влияющих на цикловое наполнение, рассматривают температуру и давление остаточных газов, зависящих от противодавления на выпуске и величины перетекания

ОГ во впускную систему при перекрытии клапанов, температуру и давление воздуха на впуске, определяемыми параметрами фаз газораспределения и величины газодинамического наддува.

Нормальная скорость распространения фронта пламени при сгорании газовоздушной смеси на 20–25 % меньше по сравнению с бензиновоздушной, для которой абсолютная ее величина составляет 30–48 см/с. Меньшая скорость распространения фронта пламени в камере сгорания ведет к снижению максимального давления и температуры рабочего цикла, сопровождающегося уменьшением активного тепловыделения. Достижение максимальной мощности при работе двигателя на КПГ обеспечивают путем установки более раннего угла опережения зажигания.

Количество рабочей смеси состоит из количества свежего заряда и остаточных газов (в том числе газы, перепускаемые системой рециркуляции). Величина коэффициента наполнения с учетом РЦ ОГ может быть представлена зависимостью

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\frac{T_{вп}}{T_{вп} + \Delta T}\frac{P_а}{P_{вп}}\left(1 - \frac{P_r \varphi_{рц}\varphi_{оч}}{\varepsilon \varphi_{доз} P_a}\right)\varphi_{доз}, \quad (2)$$

где ε – степень сжатия; $T_{вп}$ – температура свежего заряда на входе в цилиндр; $\varphi_{доз}$ – дозарядка за счет инерционности потока во впускном клапане; ΔT – подогрев свежего заряда в цилиндре двигателя; $\varphi_{оч}$ – коэффициент очистки цилиндра за счет продувки; $\varphi_{рц}$ – соотношение теплоемкостей остаточных и рециркулируемых газов и свежего заряда.

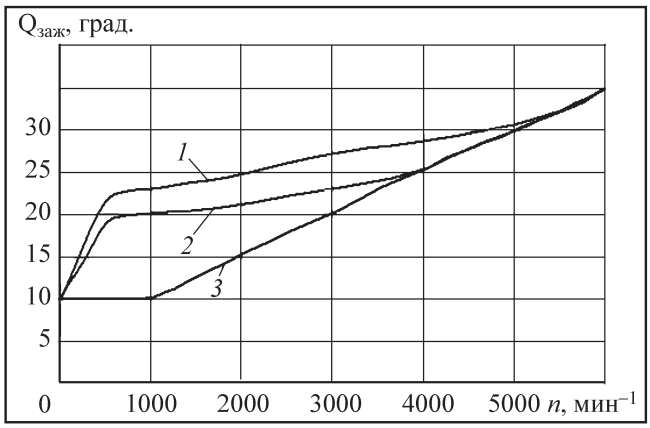


Рис. 1. *Базовая характеристика управления углом опережения зажигания для бензина и газообразных топлив:* *1* – метан; *2* – пропан-бутан; *3* – бензин

Скорость сгорания газа заметно ниже, чем у бензина, но система управления автоматически изменяет угол опережения зажигания (рис. 1).

В современных двигателях изменение $Q_{заж}$ обеспечивают с помощью специальных устройств – процессоров опережения зажигания (или вариаторов опережения зажигания). Однотопливный двигатель, работающий на метане, обладает минимальной скоростью сгорания и высоким ОЧ, равным 110 ед.

Наиболее проблемными элементами газовых ДВС являются сопряжения клапанов газораспределительного механизма. В эксплуатационных условиях происходит прогорание клапанов. Бензин в отличие от газа впрыскивают во впускной трубопровод в жидком состоянии и при испарении охлаждает клапаны. Газ подают в цилиндры ДВС в испаренном состоянии при более высокой его температуре. Сгорание газовоздушной смеси при более высокой ее температуре вызывает дополнительный перегрев сопряжения клапанов и седел.

По мере увеличения частоты вращения КВ разница оптимальной величины угла опережения зажигания снижается с 14 град. до нуля при максимальной частоте вращения КВ.

Заметная доля теплоты отводится от клапанов при контактировании элементов сопряжения тарелок с седлами. Перечисленные компоненты газового топлива сгорают полностью без образования углеродистых остатков. Углеводородный состав бензина и дизельного топлива содержит маслянистые углеводородные примеси. Для улучшения качества в него вводят присадки – антиоксиданты, ингибиторы коррозии, моющие вещества, добавки для повышения октанового числа, а также красители. При работе на бензине поверхности соприкосновения клапана с седлом покрываются тонкой пленкой, снижающей его износ в процессе эксплуатации.

Высокая антидетонационная стойкость СУГ позволяет форсировать двигатели по степени сжатия. Повышение степени сжатия двигателя (на один пункт) обеспечивает увеличение его мощности на 2,5–1 % соответственно при низкой и высокой степени сжатия (рис. 2). Требование ДВС более высокого ОЧ возрастает с увеличением степени сжатия. Заметное увеличение мощности двигателя характерно для низкой степени сжатия, а для высокой степени сжатия приращение мощности менее значительно.

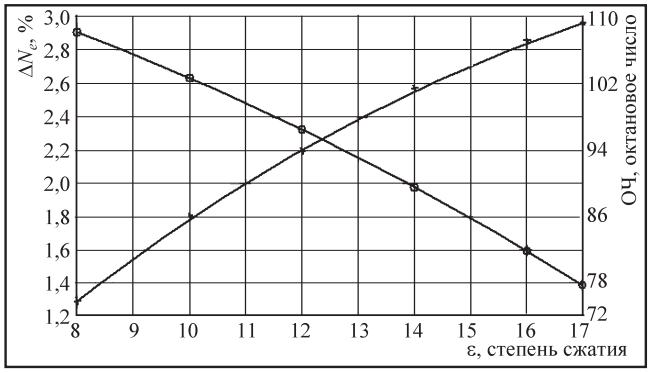


Рис. 2. *Влияние степени сжатия на относительное изменение мощности и ОЧ двигателя:*
1 – приращение мощности, %; *2* – ОЧ топлива

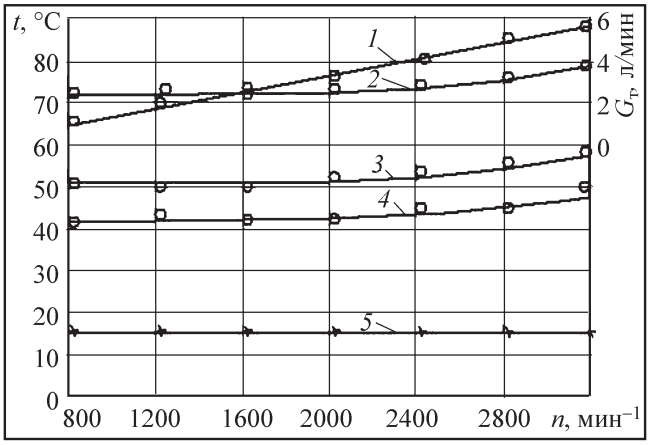


Рис. 3. *Изменение параметров испарителя СУГ в зависимости от частоты вращения КВ двигателя 4ЧР:*
1 – расход ОЖ, л/мин; *2* – температура газа после испарителя, °С; *3* – температура ОЖ на входе в испаритель, °С; *4* – температура ОЖ после испарителя, °С; *5* – температура СУГ на входе в подогреватель, °С

В случае оптимальной величины степени сжатия наблюдают снижение удельного расхода топлива на 5–6 % при работе двигателя по внешней характеристике.

Повышение степени сжатия с 6,5 до 8,0 двигателя 8VЧ S/D = 95/100 обеспечивает повышение мощности до 16 %. Значительное приращение мощности обусловлено исходной величиной степени сжатия. Общее увеличение мощности определяется суммированием единичных интервалов.

Значительное повышение эффективной мощности ДВС обусловлено реализацией сопутствующей технологии улучшения конструктивных параметров ДВС.

В зависимости от режима работы двигателя на газовом топливе уровень снижения шума достигает 7–8 дБ.

Теплота сгорания горючей смеси при работе на КПГ и ГСН стехиометрического состава (α = 1,0) на 7–8 % меньше по сравнению с жидким моторным топливом.

Коэффициент наполнения газового двигателя на 8–10 % меньше по сравнению с бензиновым. Частично это связано с тем, что при использовании бензина значительная часть топлива поступает в цилиндры в виде капель и пленки. Испарение жидких фракций во ВТ сопровождается понижением температуры горючей смеси. Пределы $Q_{заж}$°ПКВ при 1 % уменьшении мощности при работе на СУГ на больших нагрузках отличаются от пределов распределителя. Для получения более удовлетворительных показателей с учетом всех нагрузочных режимов необходимо увеличить установочный угол на величину 5° со значения от 2 до 7°.

При работе двигателя на низкооктановом топливе 4ЧР S/D = 92/92 рабочим объемом V = 2,5 л со степенью сжатия ε = 8,2 необходимо уменьшить установочный угол на 8–10°, что позволит допускать кратковременную их эксплуатацию без интенсивных разгонов при пониженной максимальной скорости [2].

Изменение параметров испарителя СУГ в зависимости от частоты вращения КВ двигателя 4ЧР показано на рис. 3.

Высокая температура испаренного газа, поступающего в цилиндры двигателя, сопровождается заметным снижением коэффициента наполнения двигателя. Температура газа, поступающего в цилиндры двигателя, существенно влияет на мощностные показатели двигателя. Распределение температур по цилиндрам газодизеля значительно лучше по сравнению с дизелем.

Применение СУГ. При переводе базовых двигателей на питание газовым топливом при низкой степени сжатия мощность двигателя заметно снижается. Внешняя скоростная характеристика двигателя 4Ч S/D = 92/92 при работе на различных видах топлива приведена на рис. 4.

Максимальная мощность двигателя 4ЧР S/D = = 92/92 рабочим объемом V = 2,5 л со степенью сжатия ε = 8,2 при работе на СУГ и бензине несколько различается. Каждый цилиндр двигателя содержит два клапана. Работа двигателя рассчита-

 ISSN 2073-8323

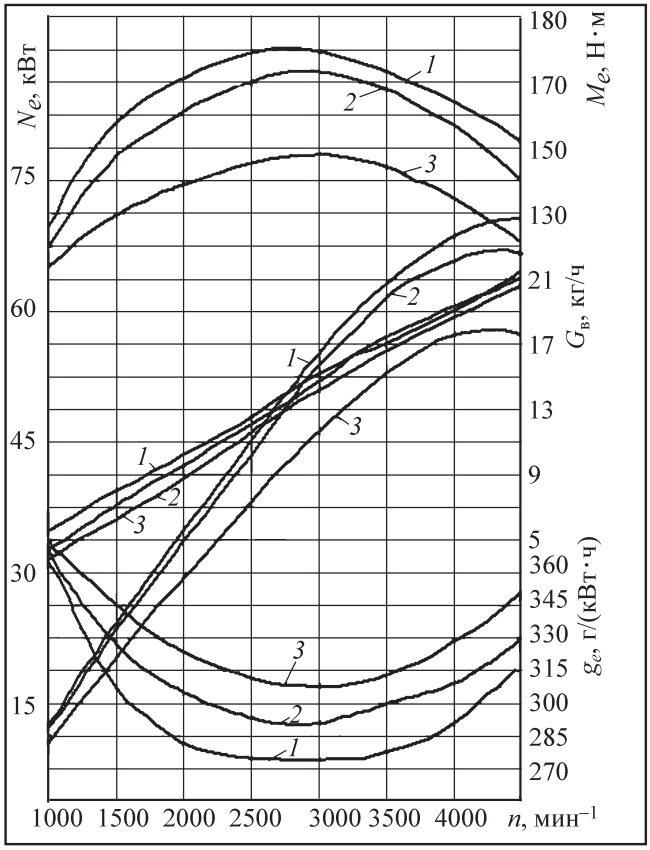


Рис. 4. *Внешняя скоростная характеристика двигателя при работе на различных видах топлива:*
1 – бензин; *2* – СУГ; *3* – КПГ

на на неэтилированный бензин с ОЧ = 92. При эксплуатации на этом бензине происходит снижение мощности и крутящего момента 7,5 и 18,0 % соответственно. Двигатель оснащен системой нейтрализации ОГ с λ-регулированием.

Высокое ОЧ газового топлива позволяет реализовать более высокую степень сжатия на 25–40 % по сравнению с бензиновыми модификациями. Высокая антидетонационная стойкость газового топлива и хорошая его смешиваемость с воздухом позволяют форсировать двигатели по степени сжатия. Данное направление представляет наиболее эффективное мероприятие по улучшению мощностных показателей газовых ДВС.

Сравнение внешних скоростных характеристик двигателя 4ЧР S/D = 77/81 рабочим объемом V = = 1,6 л со степенью сжатия ε = 10,3 при работе на СУГ и бензине приведено на рис. 5. Каждый цилиндр содержит два клапана. Работа двигателя рассчитана на неэтилированный бензин с ОЧ = 95.

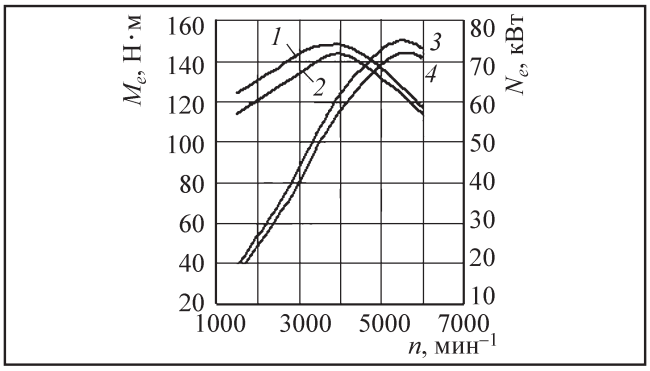


Рис. 5. *Сравнение внешних скоростных характеристик двигателя при работе на СУГ и бензине;*
1, *3* – крутящий момент и мощность (бензин); *2*, *4* – крутящий момент и мощность (СУГ)

При эксплуатации на неэтилированном бензине с ОЧ = 92 происходит небольшое снижение мощности и крутящего момента 3 и 3,2 % соответственно. Автомобиль оснащен системой нейтрализации ОГ с λ-регулированием.

Применение КПГ. Повышения степени сжатия двигателя 8VЧ S/D = 9,5/10 рабочим объемом V – 6,0 л со степени сжатия ε – 6,5 до 8,0 обеспечивает увеличение мощности двигателя на 12,5 %. Одновременно с этим работа двигателя на КПГ сопровождается снижением уровня шума на 7–8 % дБ.

Высокая антидетонационная стойкость КПГ и хорошая его смешиваемость с воздухом позволяют форсировать двигатели по степени сжатия.

Основные показатели двигателя (кривые крутящего момента и мощности двигателя 4Ч S/D = = 93/83 рабочим объемом V –1,98 л со степенью сжатия ε – 13,5 при работе на КПГ), применяемого на автомобилях VW Touran EcoFuel и Caddy EcoFuel и работающего на природном газе, приведены на рис. 6.

Каждый цилиндр содержит два клапана. Работа двигателя рассчитана на природный газ с ОЧ = 95. При эксплуатации на КПГ с ОЧ – 90 происходит небольшое снижение мощности и крутящего момента. Двигатель оснащен системой нейтрализации ОГ с λ-регулированием.

Высокая антидетонационная стойкость КПГ и хорошая его смешиваемость с воздухом позволяют форсировать газовые двигатели по степени сжатия с 9,5 до 13,5.

Меньшая скорость распространения фронта пламени в камере сгорания сопровождается уменьшением максимального давления и темпера-

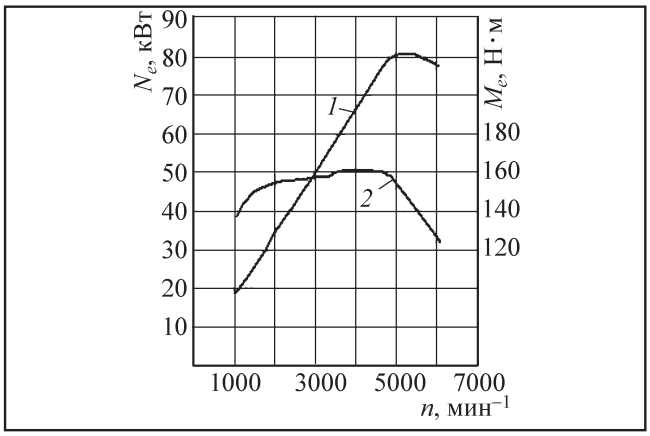


Рис. 6. *Внешняя скоростная характеристика двигателя при работе на КПГ (ε = 13,5):*
1 – крутящий момент ДВС, Н·м; *2* – мощность ДВС, кВт

туры рабочего цикла, сопровождающимися уменьшением величины активного тепловыделения. Коэффициент наполнения у газового двигателя на 8–10 % меньше, чем у бензинового. Частично это связано с тем, что при использовании бензина значительная часть топлива поступает в цилиндры в виде капель и пленки. Это вызывает при их испарении во впускном трубопроводе понижение температуры горючей смеси.

Основные показатели двигателя, применяемого на автомобилях VW Passat TSI EcoFuel на КПГ, приведены на рис. 7.

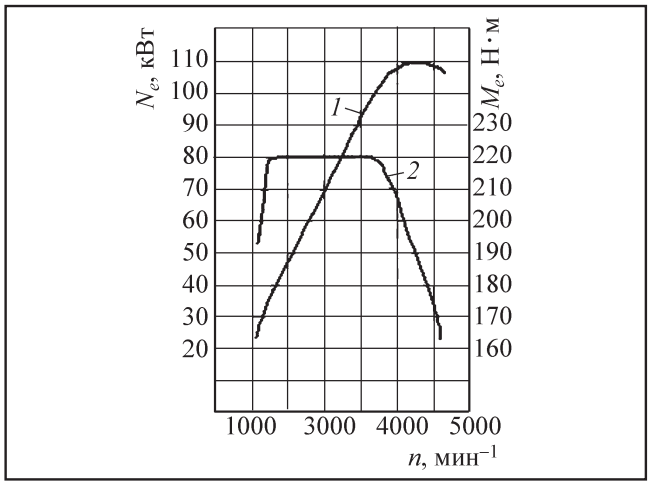


Рис. 7. *Внешняя скоростная характеристика двигателя (ε = 10,5) автомобиля VW Passat TSI EcoFuel при работе на КПГ:*
1 – крутящий момент, Н·м; *2* – мощность, кВт

Двигатель TSI рабочим объемом 1,4 л и мощностью 110 кВт оснащен системой двойного наддува и имеет 4 клапана на цилиндр. Степень сжатия двигателя (4ЧР S/D = 76/77) при работе на КПГ составляет ε – 10,0.

Работа двигателя рассчитана на природный газ с ОЧ = 95. При эксплуатации на природном газе с ОЧ = 95 происходит небольшое снижение мощности и крутящего момента Автомобиль оснащен системой нейтрализации ОГ с λ-регулированием. Работа двигателя рассчитана на неэтилированный бензин с ОЧ – 95. Двигатель оснащен системой нейтрализации ОГ с λ-регулированием.

Внешняя скоростная характеристика одинакова для бензина и природного газа. Чтобы достичь такого результата при работе на природном газе, компрессор работает дольше, чем на бензине. Кроме того, давление наддува на 0, 3 кг/см^2 выше.

При использовании бензина до 30 % часть топлива поступает обычно в цилиндры в виде жидкой фазы (капель и пленки), понижающей при ее испарении во впускном трубопроводе температуру горючей смеси. Газовые двигатели из-за высокой унификации с базовыми бензиновыми модификациями имеют один и тот же подогрев горючей смеси, сопровождающийся снижением коэффициент наполнения газового двигателя на 6–8 %. В перспективе при создании газовых модификаций двигателей целесообразно исключить подогрев горючей смеси.

Более широкие пределы воспламенения газовых топлив позволяют применять обедненные регулировки как на частичных нагрузках (наиболее характерных для реальных условий эксплуатации), так и на режимах полного дросселя. Улучшение качества смесеобразования и оптимальное дозирование топлива на эксплуатационных режимах обеспечивают снижение расхода топлива на 3–4 %.

Основные показатели работы базового легкового автомобиля и газовой его модификации при работе на различных видах топлива автомобиля Lada Priora (CNG) Plus приведены в таблице.

Lada Priora оснащена 16-клапанным двигателем рабочим объемом 1,6 л, доукомплектованным газовой рампой, функциональными датчиками и электромагнитными форсунками. Два газовых баллона по 48 л расположены в нише запасного колеса.

Как следует из таблицы, теплота сгорания горючей газовоздушной смеси при работе данного

Показатели работы легкового газобаллонного автомобиля

Показатели	Модель автомобиля и вид топлива			
	ВАЗ-21703/32713/21723 Бензин	ВАЗ-2191 СУГ	ВАЗ-21709/21719	
			Двухтопливный	Однотопливный
Тип двигателя/рабочий объем	ВАЗ-21126/1,6 л			
Тип топлива	Бензин	СУГ	ПГ	ПГ
Мощность кВт/мин$^{-1}$	72/5600	70/5200	68/5200	68/5200
Крутящий момент Нм/мин$^{-1}$	145/4000	135/3600	130/3600	130/3600
Объем газовых баллонов, л/запас хода на одной заправке газом, км	0	50/480	96/370	112/450
Давление в системе питания, мПа	0,03	1,60	20,0	20,0
Суммарный запас хода на одной заправке, км	585	965	955	850
Октановое число	93	10	100	110
Теплотворная способность смеси при α =1,0 кДж/кг	144	139	132	132
Уменьшение мощности двигателя при неизменной степени сжатия, %	–	3	6	6
Объем бензобака л/запас хода на одной заправке, км	42/585	42/585	42/585	15/200
Снаряженная масса, кг	1085	1128	1135	1145
Полная масса автомобиля, кг	1215	1258	1265	–

типа двигателя на СУГ и КПГ стехиометрического состава (α = 1,0) на 4–8 % меньше по сравнению с жидким моторным топливом.

При работе двигателя на КПГ оптимальный расход топлива имеет место при более высоких коэффициентах избытка воздуха. Оптимальному расходу топлива в газовом двигателе соответствует более высокий коэффициент избытка воздуха. По мере обеднения горючей смеси скорость ее сгорания снижается. Для устранения этого недостатка устанавливают более ранний угол опережения зажигания.

Сравним внешние скоростные характеристики двигателя 4Ч S/D = 76/82 рабочим объемом V = = 1,6 л со степенью сжатия ε = 9,9 при работе на СУГ и бензине. Каждый цилиндр содержит четыре клапана на цилиндр. Работа двигателя рассчитана на неэтилированный бензин с ОЧ = 95. При эксплуатации на неэтилированном бензине с ОЧ = 95 происходит небольшое снижение мощности и крутящего момента 3 и 4 % соответственно. Автомобиль оснащен системой распределенного впрыска топлива и нейтрализации ОГ с λ-регулированием. На КПГ снижение на 5 и 10 % мощности (106 л.с.). При 5800 об/мин крутящий момент составляет 148,4 Нм.

Внешняя скоростная характеристика однотопливного газового двигателя 8VЧ (12/13) приведена на рис. 8 [4].

Двигатель однотопливный для работы на ПГ, базируется на двигателе рабочим объемом 11,97 л и мощностью 191 кВт (ε = 12).

Внешняя скоростная характеристика однотопливного двигателя 8VЧ (13/12) с принудительным воспламенением при работе на КПГ приведена на рис. 9 [5].

Газодизельный процесс. По способу воспламенения газодизель относят к двигателю с принудительным воспламенением.

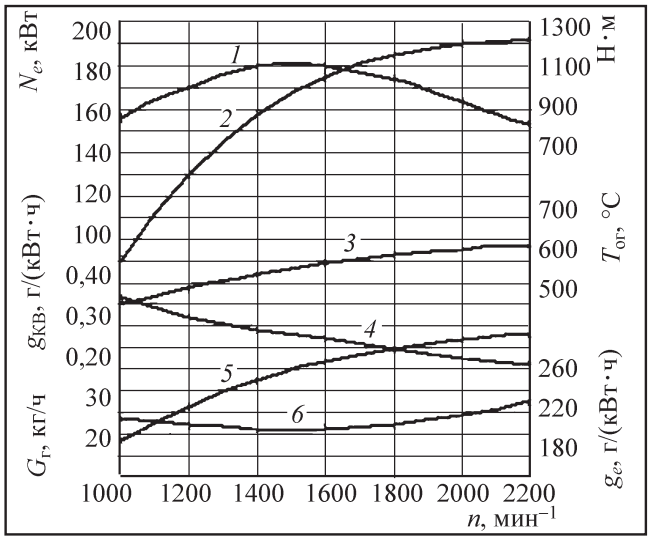


Рис. 8. *Внешняя скоростная характеристика двигателя 8VЧ (12/13):*

1 – крутящий момент M_e, Н·м; *2* – мощность двигателя N_e, кВт; *3* – температура ОГ, °С; *4* – удельная концентрация оксидов азота в ОГ NO_x, g_{NO_2}, г/(кВт·ч); *5* – расход газа $G_г$, кг/ч; *6* – удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт·ч)

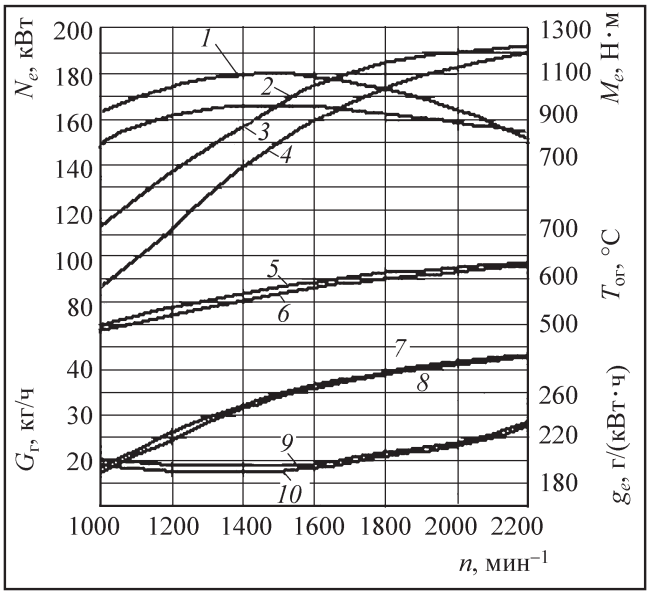


Рис. 9. *Внешняя скоростная характеристика двигателя 8VЧ (13/12) с принудительным воспламенением при работе на КПГ: двигатель КАМАЗ-820.60-260 (автомобиль КАМАЗ-65115):*

1 – крутящий момент M_e, Н·м; *3* – мощность двигателя N_e, кВт; *5* – температура ОГ, °С; *7* – расход газа $G_г$, кг/ч; *9* – удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт·ч); двигатель КАМАЗ-820.61-260 (автобус НЕФАЗ-5299); *2* – крутящий момент M_e, Н·м; *4* – мощность двигателя N_e, кВт; *6* – температура ОГ, °С; *8* – расход газа $G_г$, кг/ч; *10* – удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт·ч)

При работе двигателя по газодизельному циклу суммарный часовой расход дизельного топлива и газа определялся по формуле:

$$G_т^{\Sigma} = \Delta G_{зд} + G_г \left(\frac{H_и^г}{H_и^{дт}} \right), \text{ кг/ч}, \quad (3)$$

где $\Delta G_{зд}$ – часовой расход запальной дозы топлива, кг/ч; $G_г$ – часовой расход газа, кг/ч; $H_и^г$ и $H_и^{дт}$ низшие весовые теплотворные способности газа $\Delta G_{зд}$ дизельного топлива, МДж/кг.

Теплотворная способность КПГ составляет 48,39 МДж/ч, а плотность ПГ при нормальных условиях равна 0,676 кг/м^3. Плотность дизельного топлива составляет 0,83 г/м^3, а теплотворная способность – 42,4 МДж/кг.

Приведенный удельный расход топлива определяется по формуле:

$$g_e^{\Sigma} = G_т^{\Sigma} / N_t, \text{ кг/ч}. \quad (4)$$

Приведенный коэффициент избытка воздуха рассчитывается по формуле:

$$\alpha^{\Sigma} = Q_в \gamma_в / (\Delta G_{зд} L_о^{/дт} + G_г L_о^г), \quad (5)$$

где $Q_в \gamma_в$ – весовое наполнение двигателя воздухом, кг/ч; $L_о^{/дт}$ и $L_о^г$ – теоретически необходимые количества воздуха для сгорания 1 кг ДТ и газового топлива, равные соответственно 14,5 и 17,4.

При работе двигателя в газодизельном режиме сгорание ЗД в силу малой ее величины происходит достаточно быстро (до начала активного тепловыделения газового топлива). Сгорание ДТ происходит при высоких значениях коэффициента сгорания топлива независимо от нагрузочного режима.

Закон подачи запальной дозы топлива устанавливает общую закономерность и заключается в том, что впрыскивание запальной дозы следует производить ступенчато или применять предварительное ее впрыскивание во время фазы задержки. В начале впрыскивания величина запальной дозы должна быть минимальной.

Увеличение доли газа в газодизельной смеси в диапазоне 0–80 % сопровождается некоторым

снижением ее метанового числа и возрастанием задержки воспламенения смеси с 2 до 3,7 мс.

Физико-химические процессы, предшествующие воспламенению дозы запального топлива, начинают активно протекать с момента $\varphi = 310$ °ПКВ.

Период индукции (задержки самовоспламенения) может быть представлен следующей зависимостью:

$$\tau_i = K_м e^{E_o/RT}, \text{ мс}, \quad (6)$$

где $K_м$ – коэффициент диффузии (концентрация) метана, полученный расчетным или экспериментальным методом; E_o – условная энергия активации топлива, кДж/кмоль.

Коэффициент молекулярной диффузии метана в воздушный поток изменяется в пределах 0,1–1 см²/с, а при диффузии его в дизельное топливо составляет 0,04 см²/ч.

Температура самовоспламенения газового топлива составляет 600 К, что превышает температуру самовоспламенения дизельного топлива в два раза.

Коэффициент молекулярной диффузии метана в воздушный поток изменяется в пределах 0,1–1 см²/с, а при диффузии его в дизельное топливо составляет 0,04 см²/ч.

При работе дизеля на ДТ величина τ_i складывается из продолжительности впрыскивания и распыливания топлива, его испарения и диффузии, протекания предпламенных реакций, неоднородности многостадийного воспламенения, прохождения холодного и голубого пламени.

Высокая энергия запальной дозы топлива обеспечивает надежное воспламенение бедной газовоздушной смеси, а также подготавливает быстрое сгорание основной порции топлива. Снижение величины запальной дозы ниже минимального уровня неизбежно приводит к пропускам воспламенения или даже невозможности воспламенения газовоздушной смеси.

В современных высокофорсированных транспортных дизельных двигателях при нагрузках менее 75 % $N_{e\ ном}$ и менее 75 % $M_{e\ max}$ образуется 65–70 % оксидов азота от суммарного их количества до 58 % полной эмиссии сажи.

Область оптимальных режимов работы газодизеля приведена на рис. 10.

Область *4* малых нагрузок характеризуется резким обеднением горючей смеси. Область *3* свыше 30 % нагрузки характеризуется оптимальной зоной.

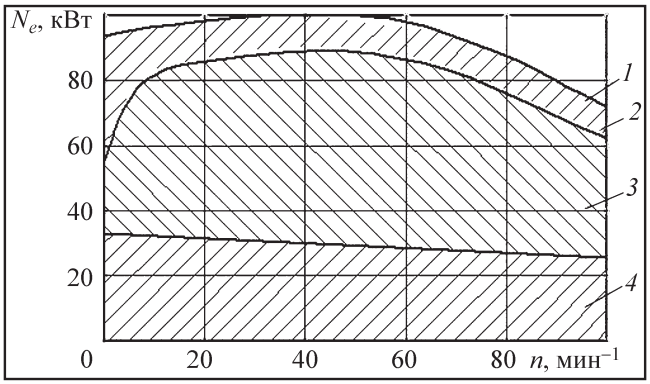


Рис. 10. *Область оптимальных режимов работы газодизеля:*
1 – область совпадения с нормальным дизельным режимом; *2* – область при приближении к максимальной нагрузке; *3* – оптимальная зона больше 30 % нагрузки; *4* – область малых нагрузок

При приближении к максимальной нагрузке (область *2*) газ используется в меньшей степени. Область *4* совпадает с нормальным дизельным режимом.

В газодизеле сгорание запальной дозы в силу ее малой величины происходит достаточно быстро до начала активного сгорания газового топлива. Сгорание ДТ происходит при высоких значениях коэффициента избытка воздуха независимо от нагрузочного режима работы двигателя.

Влияние величины замещения дизельного топлива на показатели расхода дизельного топлива приведено на рис. 11.

Запуск и прогрев двигателя осуществляются только в режиме работы на дизельном топливе, а переход в режим работы на двойном топливе происходит при достижении температуры охлаждающей жидкости 72 °С.

Закон подачи запальной дозы топлива устанавливает общую закономерность и заключается в том, что впрыскивание запальной дозы следует производить ступенчато или применять предварительное ее впрыскивание во время фазы задержки. В начале впрыскивания величина запальной дозы должна быть минимальной.

С уменьшением коэффициента избытка воздуха $\alpha < 2$ температура самовоспламенения горючей смеси возрастает. При расчете ЗДТ вначале опре-

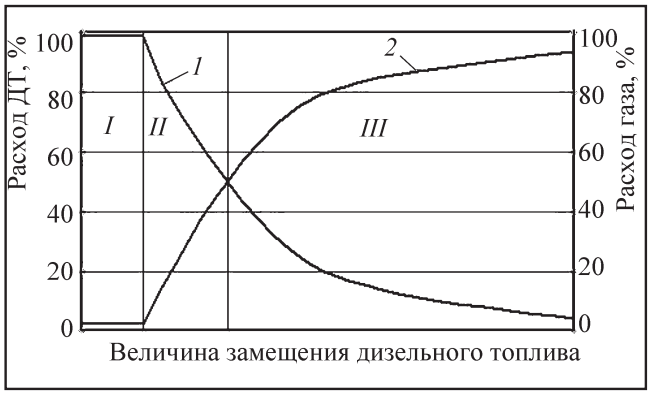


Рис. 11. *Влияние величины замещения дизельного топлива на показатели расхода дизельного топлива:*
1 – замещение доли ДТ, %; *2* – замещение доли газа, %; I – пусковая доза; II – холостой ход; III – нагрузочный режим

деляется доля жидкого топлива, соответствующая холостому ходу дизеля с оценкой цикловой подачи.

Закон подачи запальной дозы топлива устанавливает общую закономерность и заключается в том, что впрыскивание запальной дозы следует производить ступенчато или применять предварительное ее впрыскивание во время фазы задержки. В начале впрыскивания величина запальной дозы должна быть минимальной.

Переход ЗДТ из жидкой фазы в газообразную в условиях камеры сгорания представляет сложный динамический диффузионный процесс.

При работе двигателя в газодизельном режиме сгорание ЗД в силу малой ее величины происходит достаточно быстро (до начала активного тепловыделения газового топлива). Сгорание ДТ происходит при высоких значениях коэффициента сгорания топлива независимо от нагрузочного режима. На режимах малых нагрузок рабочий процесс протекает неоптимально.

Физико-химические процессы, предшествующие воспламенению дозы запального топлива активно протекать с момента φ = 310 °ПКВ.

Сравнение внешних скоростных характеристик дизеля и газодизеля ИЛ-645.13 размерностью 8VЧ S/D/S = 11,5/10,0 рабочим объемом V = 8,74 л приведена на рис. 12.

Внешние скоростные характеристики дизеля и газодизеля ЗИЛ-645.13 размерностью 8VЧ S/D/S=11,5/10,0 рабочим объемом V = 8,74 л со степенью сжатия ε = 18,5 при работе на ГД и ДТ практически одинаковы. Работа двигателя рассчи-

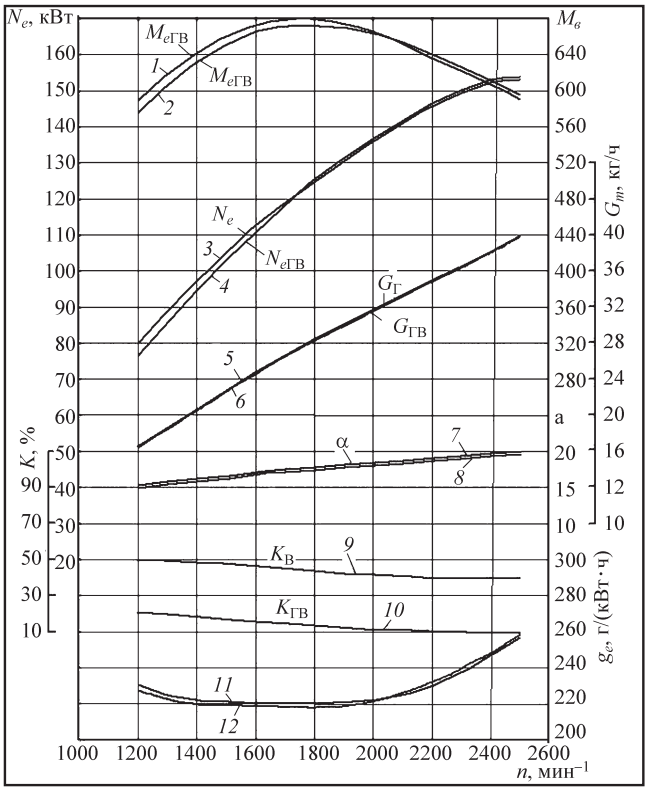


Рис. 12. *Внешние скоростные характеристики дизеля и газодизеля:*
1 – крутящий момент (ДТ), Н·м; *2* – крутящий момент (ГД), Н·м; *3* – мощность (ДТ), кВт; *4* – мощность (ГД), кВт; *5* – расход топлива (ДТ), кг/ч; *6* – расход топлива (ГД), кг/ч; *7* – состав горючей смеси (ДТ); *8* – состав горючей смеси (ГД); *9* – дымность (ДТ), г/(кВт·ч); *10* – дымность (ГД), г/(кВт·ч); *11* – удельный расход топлива (ДТ), г/кВт·ч; *12* – удельный расход топлива (ГД), г/(кВт·ч)

тана на ГД и ДТ. При эксплуатации на ГД происходит небольшое снижение мощности и крутящего момента 3 и 4 % соответственно. Автомобиль оснащен системой распределенного впрыска топлива и нейтрализации ОГ с λ-регулированием.

Важным направлением улучшения энергетических параметров газовых двигателей является совершенствование эксплуатации при низких температурах [6].

Относительное изменение максимальной мощности крутящего момента дизеля и газодизеля в зависимости от частоты вращения КВ приведено на рис. 13.

Педаль *1* управления подачей (ДТ + СУГ) и педаль *2* управления подачей ДТ содержат электрон-

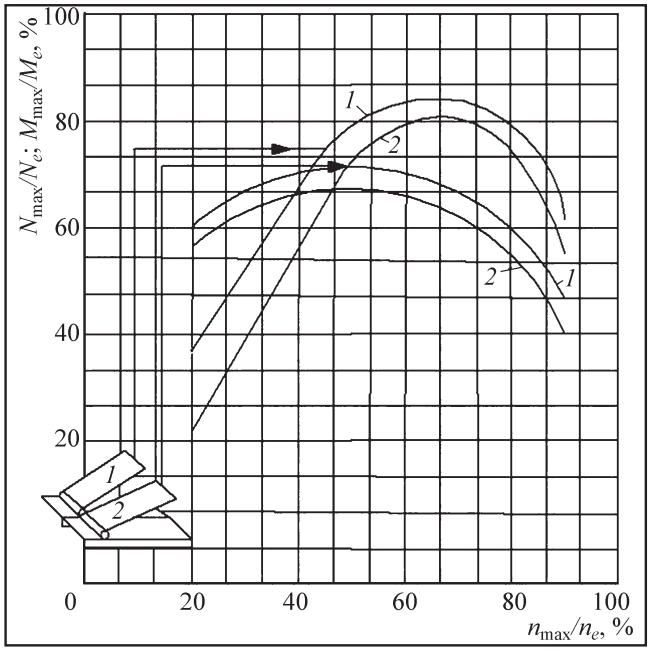


Рис. 13. *Относительное изменение максимальной мощности крутящего момента дизеля и газодизеля в зависимости от частоты вращения коленвала:*
1 – N_e и M_e – при работе на ДТ + СУГ; 2 – N_e и M_e – при работе на ДТ

ную схему, размещенную на металлической пластине и катушке управления.

Переход двигателя на газодизельный режим сопровождается повышением мощности крутящего момента во всем диапазоне внешней скоростной характеристики. При этом наблюдается небольшое повышение температуры отработавших газов.

Максимальная величина запальной дозы топлива составляет 20 % от величины общего расхода топлива при работе двигателя по внешней скоростной характеристике газодизельного двигателя [7].

Двухтопливная система обеспечивает увеличение мощности до 30 %, эластичную работу двигателя, увеличение срока службы комплектующих компонентов систем питания.

Исследования проведены на двигателях путем применения различной величины запальной дозы и угла опережения впрыскивания в зависимости от нагрузки. В работе применено смешанное регулирование (качественно-количественное). Температура ОГ на большинстве эксплуатационных режимов лежала в пределах 300–420 °С. Максимальная температура ОГ составляла 550–580 °С.

Скорость сгорания газодизельной смеси несколько меньше по сравнению с дизельной. Подобные закономерности сопровождаются улучшением экологических показателей современных газодизелей.

Удельный расход топлива при работе на газодизельном режиме снижается практически во всем диапазоне. Однако на режимах малой частоты вращения коленчатого вала двигателя расход топлива на газодизельном режиме несколько выше. На газодизельном режиме наблюдается резкое снижение дымности ОГ во всем диапазоне скоростной характеристики в 2–3 раза и не превышает 20 %.

Применение смешанного регулирования топливоподачи позволяет улучшить топливную экономичность газодизеля на режимах малых и средних нагрузок до 25–30 % при одновременном снижении выброса вредных веществ.

Максимальная величина запальной дозы топлива составляет 20 % от величины общего расхода топлива при работе двигателя по внешней скоростной характеристике газодизельного двигателя. Температура газа, поступающего в двигатель, существенно влияет на мощностные показатели двигателя. Продолжительность впрыска должна быть увеличена, что улучшает воспламенение газовоздушной смеси и снижает тепловую напряженность распылителя форсунки.

При равных эффективных показателях газодизель имеет улучшенную форму скоростной внешней характеристики. Подбор оптимального закона подачи газовой и жидкой фаз топлива, а также применение РЦ позволяют снизить расход топлива, а также сократить массовый выброс вредных веществ от неполного сгорания топлива в 5–7 раз и тем самым обеспечить выполнение перспективных норм по выбросу вредных веществ.

Двухтопливная система обеспечивает увеличение мощности до 30 %; эластичную работу двигателя; увеличение срока службы комплектующих в системе питания, прежде всего в системах Common Rail.

Объяснен механизм изменения энергетических показателей газового двигателя и газодизеля нового поколения. Получены новые закономерности влияния угла опережения зажигания, степени сжатия и температуры входящего газа на энергетические параметры современного двигателя. Создание однотопливных систем позволяет реализовать потенциальные свойств газового топлива. Энерге-

тические параметры однотопливных газовых систем превосходят технический уровень базовых двигателей. Энергия запальной дозы современных дизелей избыточна. Снижение ее до максимального уровня 8–10 % обеспечит высокие энергетические и топливно-экономические параметры современных наземных транспортных средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ерохов В.И.** Технико-эксплуатационные показатели газовой аппаратуры. Журнал "АГЗК+АТ" № 3 (9). 2003. С. 68–70.

2. **Ерохов В.И.** Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика). М.: Учебник для вузов. М.: Горячая линия – Телеком. 2016. 598 с.

3. **Система** питания на природном газе EcoFuel "Touran" и "Caddy". Volkswagen Group Academy.file 74755.2009, № 373. 49 с.

4. **Автомобили КАМАЗ 65115, 65116** с газовым двигателем. 65115-39020001 РТ, Ответственный редактор Д.Х. Валеев. 2010. 79 с.

5. **Молибога А.Г., Хафизов Р.Х.** ОАО "КАМАЗ": решение проблем экологии больших городов России. Журнал Транспорт на альтернативном топливе, 2010. № 6 (18). С. 19–21.

6. **Чикишев Е.М., Анисимов И.А.** Влияние низких температур воздуха на энергетические и экологические параметры газобаллонных автомобилей // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 6 (30). С. 32–33.

7. **Ерохов В.И.** Система питания газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе. Журнал "АГЗК+АТ". 2013. № 3 (72). С. 9–21.

УДК 621.439:629.114.5

АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Э.Р. Раенбагина, канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)", г. Омск

В настоящее время все чаще происходят нарушения в технологическом процессе технической эксплуатации ГБА. Это отрицательно влияет на экологическую обстановку в жилой зоне города, наносит вред здоровью людей, а также может быть причиной взрыва и повлечь материальные убытки и человеческие жертвы, так как тяжелый углеводородный газ, плохо рассеивающийся в воздухе, может легко образовать взрывчатую газовоздушную смесь.

Ключевые слова: *газобаллонные автомобили; техническая эксплуатация; газовый баллон; СУГ; запорно-переключающая арматура; посты слива газа; газовоздушная смесь.*

ASPECTS OF TECHNICAL OPERATION OF GAS-CYLINDER VEHICLES

Raenbagina E.R., Ph.D. of technical sciences, Siberian state automobile and highway academy (SibADI), Omsk City

At the present time there are more and more frequent violations in the technological process of technical operation of the GBA. This adversely affects the ecological situation in the residential area of ??the city, damages the health of people, and can also cause an explosion and cause material losses and human casualties, since a heavy hydrocarbon gas that diffuses in the air can easily form an explosive gas-air mixture.

Keywords: *gas-cylinder vehicles; technical operation; gas cylinder; LPG; shut-off and switching fitting; gas discharge posts; air-gas mixture.*

Невыполнение требований нормативных документов, а следовательно, нарушение технологического процесса технической эксплуатации ГБА, заключается в стравливании СУГ в окружающую среду при необходимости опорожнить газовый баллон с неисправной запорно-предохранительной арматурой. Такие случаи в процессе эксплуатации ГБА нередки, характерны не только для России, но и для стран Европы. Согласно нормативной документации, данная операция должна проводиться на специализированных постах слива газа [1–3]. До выполнения представленной работы в стране таких постов не было, впервые он появился в г. Омске. Причиной этого является модернизация конструкции запорно-переключающей арматуры (ЗПА) автомобильных газовых баллонов, связанная с изменением технологии заправки для исключения загрязнения окружающей среды. Из обзора нормативных документов и приводимых в них технологических схем слива газа следует, что они предназначены только для баллонов, оборудованных ЗПА, состоящей из отдельных вентилей различного назначения [3]. Для баллонов с мультиклапаном представленные технологические схемы слива газа не могут быть выполнены по следующим причинам [4]:

1) не представляется возможным к мультиклапану подсоединить сливной шланг;

2) наличие в расходной магистрали мультиклапана скоростного клапана не позволяет сливать газ, поскольку скорость истечения газа при сливе значительно превышает скорость газа при нормальной работе двигателя, на которую рассчитан скоростной клапан. Таким образом, ЗПА автомобильных газовых баллонов в виде мультиклапана утратила возможность сливать газ, и ни в одном

нормативном документе не сказано, каким образом осуществлять слив газа из таких баллонов [4].

Эта недоработка возникла в результате отсутствия в нашей стране в постперестроечный период и до настоящего времени контроля за выполнением требований нормативных документов. Следовательно, упущение в нормативном документе нарушило функционирование системы использования СУГ в качестве автомобильного топлива, что влечет за собой серьезные экологические и экономические проблемы [5].

Для правильного функционирования системы использования СУГ в качестве моторного топлива должна быть доработана нормативная документация [6, 7]. Эта ситуация возникла в результате отсутствия в нашей стране контроля за выполнением требований нормативных документов. Следовательно, упущение в нормативном документе нарушило функционирование системы использования СУГ в качестве автомобильного топлива, что влечет за собой серьезные экологические и экономические проблемы [5].

Как область практической деятельности техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей (ТЭА) – это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих [8]:

1) своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре исправных автомобилей, необходимых номенклатуры и количества, в нужное для клиентуры время;

2) поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при:

– рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов;

– нормативных уровнях дорожной и экологической безопасности;

– нормативных условиях труда персонала.

Как отрасль науки ТЭА определяет пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и парков для обеспечения:

– регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной реализации технико-эксплуатационных свойств автомобилей;

– заданных уровней работоспособности и технического состояния;

– оптимизации материальных и трудовых затрат;

– минимума отрицательного влияния автомобильного транспорта на население, персонал и окружающую среду.

Снижение отрицательного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду и человека является одной из главных целей ТЭА и требует нормативно-технологического обеспечения и организации технического обслуживания, ремонта, хранения, заправки подвижного состава.

Настоящие исследования посвящены вопросам технической эксплуатации газобаллонных автомобилей на СУГ, в частности, проблемам слива СУГ из автомобильных баллонов.

Технологический процесс технической эксплуатации газобаллонных автомобилей включает в себя ряд специфических операций, к которым относится слив сжиженного газа из автомобильных газовых баллонов (рис. 1) [9].

Перевод автотранспортных средств на СУГ требует проведения комплекса дополнительных мероприятий, связанных с особенностями ТО таких автомобилей, а также наличия соответствующей инфраструктуры.

Комплекс для ТО и ТР ГБА, работающих на СУГ, должен включать в себя (рис. 2) [3, 8, 10]:

– пост проверки герметичности газовой системы питания;

– пост слива газа и дегазации автомобильных газовых баллонов;

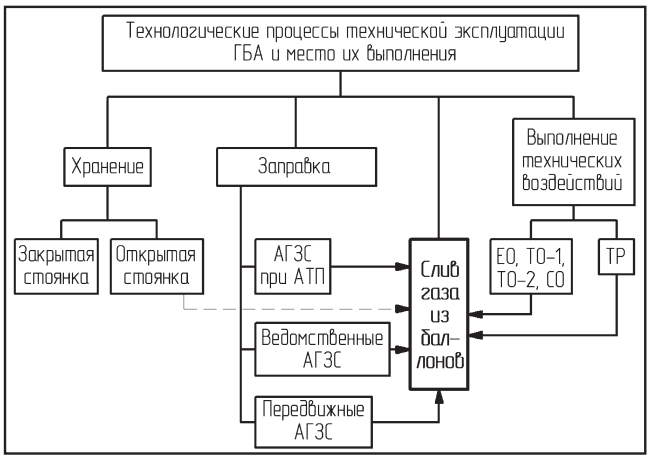


Рис. 1. *Блок-схема проведения технологических процессов технической эксплуатации ГБА: ЕО – ежедневное обслуживание; ТО-1 – первое техническое обслуживание; ТО-2 – второе техническое обслуживание; СО – сезонное обслуживание; ТР – текущий ремонт*

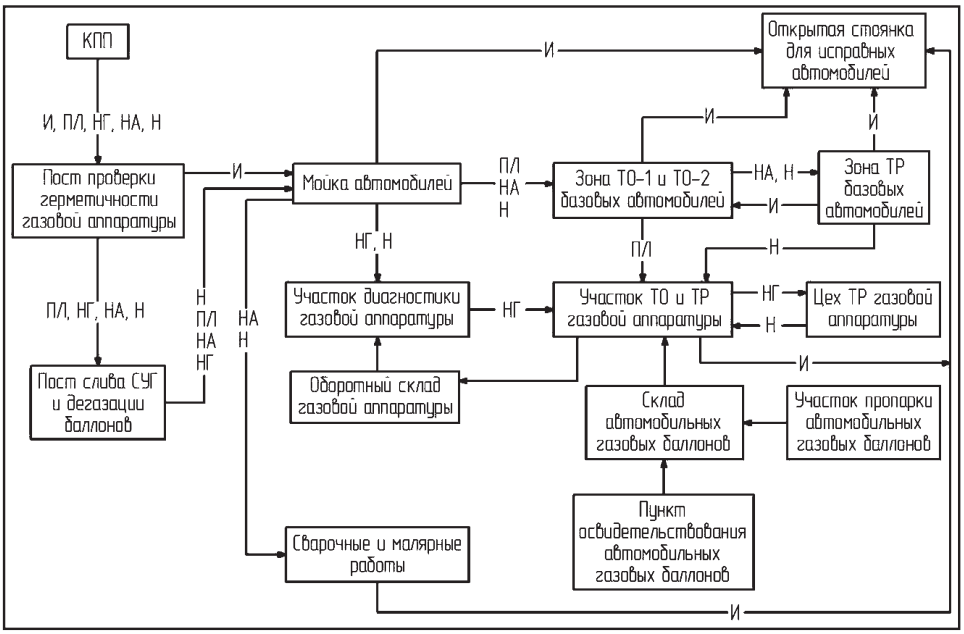


***Рис. 2.** Структурная схема комплекса для ТО и ТР газобаллонной аппаратуры автомобилей, работающих на СУГ:*
И – движение исправного автомобиля; ПЛ – движение автомобиля при плановом ТО; НГ – движение автомобиля при неисправной газовой аппаратуре (остальное исправно); НА – движение неисправного автомобиля при исправной газовой аппаратуре; Н – движение автомобиля с неисправностями газового и другого оборудования

– участок диагностики и ТО газобаллонной аппаратуры;

– зону ТР газобаллонной аппаратуры;

– участок ремонта газовой аппаратуры;

– пункт освидетельствования автомобильных газовых баллонов;

– оборотный склад газовой аппаратуры;

– склад автомобильных газовых баллонов.

Пост проверки герметичности газовой системы питания располагается на контрольно-пропускном пункте (КПП). Контроль за герметичностью перед выездом автомобиля на линию и при возвращении его в АТП осуществляет дежурный механик.

На территории предприятия по обслуживанию газобаллонных автомобилей должен быть предусмотрен пост слива СУГ. Функциональное назначение поста связано с обеспечением безопасного проведения работ, связанных с нарушением герметичности, заменой и переосвидетельствованием баллонов, а также сварочных и малярных работ и хранения ГБА в помещениях, не отвечающих требованиям пожарной безопасности. На посту слива СУГ производится также дегазация внутренней полости баллонов.

Зона диагностики и ТО газобаллонной аппаратуры предназначена для диагностирования Д-1, Д-2 и выполнения контрольных, регулировочных, смазочных работ при ТО-1, ТО-2, сезонном обслуживании. Диагностирование является заключительным видом технических воздействий после проведения ТР и переоборудования. Въезд автомобилей в зону диагностики допускается своим ходом при работе двигателей на сжиженном газе. Регулировка газовой системы питания и снятие мощностных параметров при диагностировании разрешаются также при работе двигателя на СУГ.

В зоне ТР на двух постах производится текущий ремонт газовой системы питания (агрегатным методом) и принудительная замена конструктивных элементов, обеспечивающих безопасность эксплуатации газобаллонных автомобилей. Здесь же на специализированных постах осуществляется переоборудование бензиновых автомобилей (грузовых, легковых) для работы на СУГ. В зону ТР и переоборудования въезд автомобилей должен производиться только при работе двигателя на бензине, при закрытых расходных (магистральных) вентилях и выработанном из системы питания сжиженном газе.

Агрегаты, снятые с автомобиля, поступают на участок ремонта газовой аппаратуры. Здесь выполняют разборочно-моечные, слесарно-сборочные и контрольно-регулировочные работы. Участок имеет непосредственную связь с оборотным складом газовой аппаратуры.

Пункт освидетельствования предназначен для поддержания высокой надежности работы автомобильных газовых баллонов путем периодического их освидетельствования (1 раз в 2 года). В пункт для обеспечения достаточной производственной программы должны поступать на техническое переосвидетельствование баллоны из других авто-

транспортных предприятий, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Работа пункта организуется в тесной связи со складом автомобильных газовых баллонов. В состав пункта освидетельствования входят:

– участок пропарки автомобильных газовых баллонов;

– участок испытания газовых баллонов;

– участок ремонта запорно-предохранительной арматуры;

– участок окраски и сушки автомобильных газовых баллонов;

– компрессорная, предназначенная для обеспечения сжатым воздухом (давлением 0,5–0,6 МПа и 1,6–1,8 МПа) всех производственных участков, постов диагностики и ТО газобаллонной аппаратуры, зоны ТР и переоборудования автомобилей. На участке испытания газовых баллонов рабочее давление должно быть не менее 2,5 МПа, оно создается гидравлическим насосом шестеренчатого либо поршневого типа.

Склад служит для хранения новых, снятых с автомобилей порожних и дегазированных, а также прошедших переосвидетельствование баллонов.

Основные и возможные перемещения автомобилей и газобаллонной аппаратуры, взаимосвязь между отдельными подразделениями отражены на структурной схеме комплекса (рис. 2).

Таким образом, для обеспечения эксплуатации ГБА согласно требованиям нормативных документов необходимо наличие описанного выше комплекса для ТО и ТР ГБА.

На сегодняшний день по данным Омской транспортной инспекции в г. Омске и Омской области зарегистрировано порядка 35 тыс. автомобилей, работающих на СУГ. В г. Омске количество работающих АГЗС – 51, предприятий по монтажу ГБО и обслуживанию газобаллонных автомобилей – 28. Учитывая все это, следует отметить достаточную развитость инфраструктуры, обеспечивающую техническую эксплуатацию ГБА.

Необходимо отметить, что с 1985 г. в регионе произошел интенсивный рост количества газобаллонных автомобилей. До 1991 г. разрешение на переоборудование автомобилей для работы на СУГ получали только автомобили, находящиеся в предприятиях. Например, грузовые автомобили АТП и легковые автомобили (такси), зарегистрированные в таксопарках. К 1991 г. количество ГБА было около 1500 ед. После 1991 г. возможность переоборудования автомобилей в газобаллонные получили и частные владельцы автомобилей. Именно это стало толчком в интенсивном росте количества ГБА в регионе, так как стоимость газового топлива была ниже в 4 раза по сравнению с бензином. К 2000 г. количество ГБА достигло 20 тыс. В этот период в городе интенсивно развивалась газовая инфраструктура, появились около 30 пунктов по переоборудованию и обслуживанию ГБА, а также АГЗС во всех районах города. В 2000–2015 гг. количество ГБА увеличивалось, но уже не так интенсивно.

Большинство ГБА заняты пассажирскими перевозками в качестве маршрутных такси. Для осуществления данного вида деятельности перевозчику необходимо получить лицензию на пассажирские перевозки, а значит, быть приписанным к какому-либо АТП. В АТП производится хранение автомобиля, медицинское освидетельствование водителя. Обслуживание автомобилей производится в основном по договору с близлежащими предприятиями по обслуживанию ГБА.

Большая часть легковых такси также использует в качестве топлива СУГ. На сегодняшний день таксопарков, имеющих на своем балансе автомобили, практически нет, поэтому в большинстве служб такси работают водители с личными автомобилями, целью которых является снижение собственных затрат на топливо, установив ГБО на свой автомобиль. Водитель обслуживает свой автомобиль самостоятельно, заезжая на СТО, а также сам заботится об условиях его хранения.

Частые заезды на СТО происходят в межсезонье – весной и осенью. При необходимости проведения ремонтных работ, касающихся баллонов и их арматуры (мультиклапана), при выполнении сварочных и малярных работ, требуется слить СУГ из газового баллона. Слив СУГ из газового баллона необходимо осуществлять также при испытании газовой системы питания на герметичность сжатым воздухом или негорючим газом (N_2, CO_2) под давлением 1,6 МПа (опрессовка), при снятии баллонов для проведения их освидетельствования или замены. При заправке газового баллона также возникают аварийные ситуации, связанные с отказом запорно-предохранительной арматуры, требующие немедленного слива газа из баллона. На СТО специальные посты слива газа отсутствуют, поэтому водитель вынужден удалять газ в окружающую среду. Невыполнение требований нормативных

документов, а следовательно, нарушение технологического процесса эксплуатации ГБА заключается в стравливании СУГ в окружающую среду при необходимости опорожнить газовый баллон. Такие случаи являются вынужденной мерой для владельцев газобаллонных автомобилей, что наносит большой ущерб окружающей среде. Таким образом, на основе анализа литературных источников, нормативных документов, а также практики эксплуатации ГБА подтверждена актуальность исследований, направленных на совершенствование технологических процессов технической эксплуатации ГБА путем осуществления слива СУГ из автомобильных газовых баллонов. В соответствии с требованиями системного подхода установлены факторы, обеспечивающие безопасную эксплуатацию ГБА. Выявлено, что ГБА, оснащенные газовыми баллонами с ЗПА в виде мультиклапана, эксплуатируются с нарушением требований нормативных документов. Все это позволило уточнить цель и сформулировать задачи исследований.

В качестве методологической основы общей методики исследований используем системный подход, характерный для данной научной школы и реализуемый в методике системного анализа [11].

Для решения поставленных задач проводились теоретические и экспериментальные исследования, представленные на рис. 3.

Полный слив СУГ из автомобильного газового баллона возможно произвести только путем выдавливания из него избыточным давлением и перемещения в сливной резервуар жидкой фазы СУГ, отсоса из баллона паровой фазы СУГ и перекачивания ее в сливной резервуар с последующим заполнением и частичной продувкой баллона инертным газом (рис. 4) [12]. Для создания избыточного давления в автомобильный газовый баллон подается природный газ. При достижении необходимого давления паровой фазы в автомобильном газовом баллоне открывается вентиль слива газа, и жидкая фаза под давлением за счет упругости паров, создаваемой природным газом, поступает в сливной резервуар. Основными технологическими параметрами такого процесса слива являются время и давление, необходимые для слива жидкой фазы. Эти параметры обуславливают продолжительность полного слива СУГ из автомобильного газового баллона, а значит, и время нахождения автомобиля на посту слива [13].

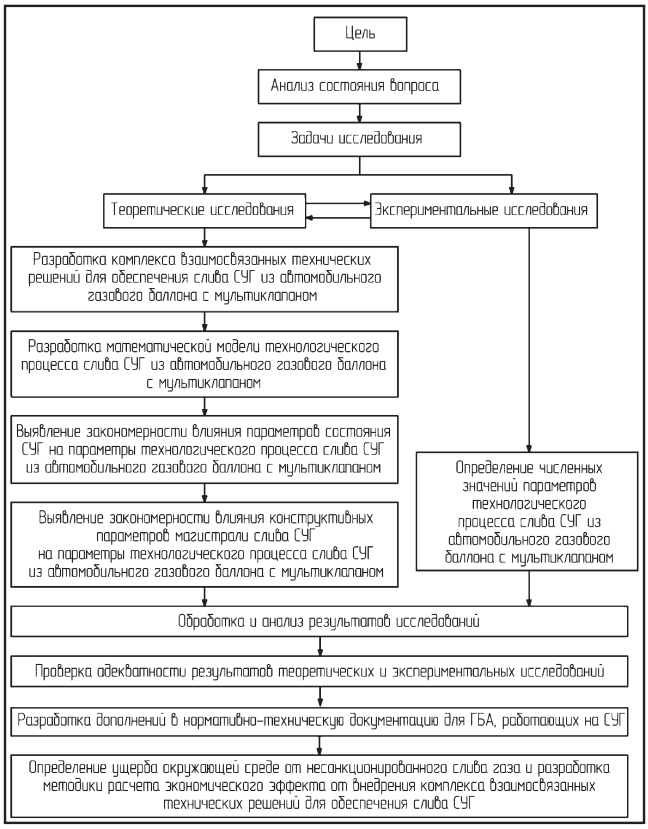


Рис. 3. *Общая методика исследований*

Продолжительность выдавливания жидкой фазы СУГ из автомобильного газового баллона зависит от ее массы в баллоне, параметров состояния СУГ и конструктивных параметров магистрали

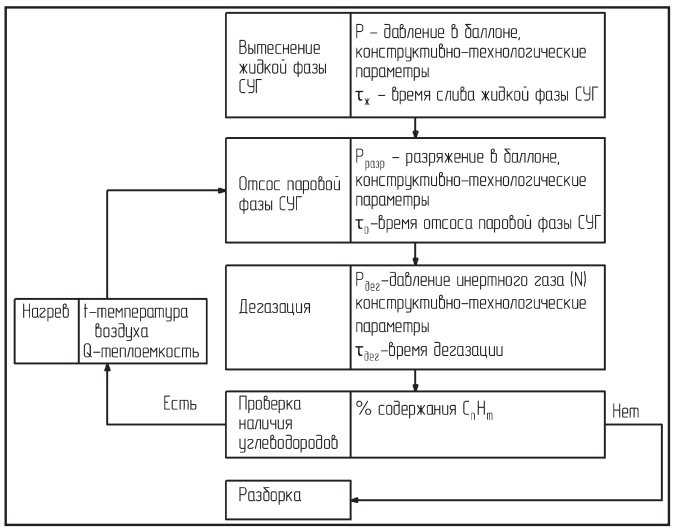


Рис. 4. *Блок-схема слива СУГ из автомобильного газового баллона*

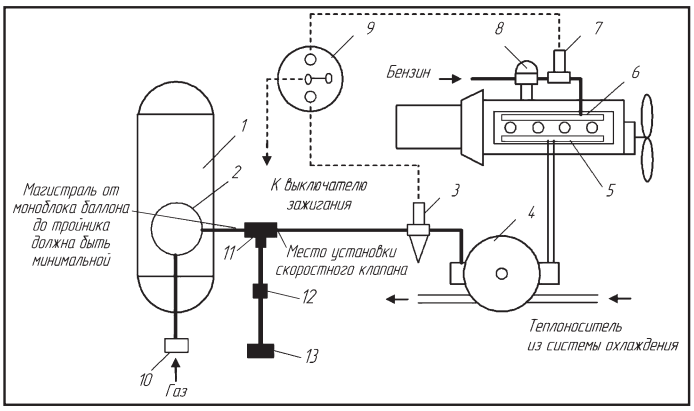


Рис. 5. *Принципиальная схема модернизированной системы питания двигателя газом в случае использования баллона с мультиклапаном:*
1 – газовый баллон; *2* – мультиклапан; *3* – магистральный газовый клапан; *4* – газовый редуктор; *5* – рампа газовая; *6* – рампа бензиновая; *7* – бензиновый клапан; *8* – бензонасос; *9* – тумблер переключения вида питания; *10* – ВЗУ; *11* – тройник со скоростным клапаном; *12* – вентиль слива газа; *13* – ВЗУ без обратного клапана для слива газа

слива СУГ. При этом процессы, протекающие в газовом баллоне, подчиняются законам термодинамики и гидродинамики.

Реализация слива СУГ требует наличия в системе питания двух мест для присоединения шлангов, функции которых распределяются следующим образом: первый – для подвода к баллону избыточного давления (подводящий шланг); второй – для слива из баллона жидкой фазы СУГ и отсоса паровой фазы СУГ (сливной шланг) [4].

Поэтому возникает необходимость внести изменения в существующие схемы питания двигателя газом и для каждого типа баллона выбрать места установки дополнительных устройств, обеспечивающих слив СУГ. При этом нужно учитывать следующие требования:

– слив жидкой фазы СУГ должен производиться с самого нижнего уровня баллона, чтобы уменьшить до минимума объем несливаемого остатка;

– на линии слива жидкой фазы и отсоса паровой фазы СУГ не должно быть скоростных клапанов;

– при присоединении к баллону шлангов сливной колонки должен быть исключен демонтаж беспрокладочных ниппельных соединений трубопроводов газобаллонной аппаратуры;

– для слива СУГ желательно использовать наибольшие проходные сечения запорной арматуры баллонов. При эксплуатации ГБА с газовым баллоном, оборудованным отдельными вентилями, слив СУГ не представляет затруднения при наличии оборудованного поста слива, так как имеется возможность подсоединить сливной и подводящий шланги к вентилям на баллоне.

При эксплуатации ГБА с газовым баллобаллоном, оборудованным мультиклапаном, газ из баллона слить невозможно, так как ВЗУ оборудовано обратным клапаном, а в магистрали подачи газа в двигатель в мультиклапане установлен скоростной клапан. Следовательно, для осуществления операции слива СУГ из автомобильного газового баллона, необходимо вводить изменения в схему питания двигателя газом, устанавливая дополнительно тройник в магистраль подачи газа в двигатель, к которому подсоединяем вентиль слива газа и ВЗУ без обратного клапана. Причем в тройник со стороны двигателя необходимо установить скоростной клапан, демонтировав его из мультиклапана (рис. 5) [13, 12]. Ведомость дополнительных узлов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Ведомость дополнительных узлов и элементов соединений для магистрали слива СУГ из газового баллона с мультиклапаном

№ п/п	Наименование	Количество
	Покупные изделия	
1	Тройник газовый латунный 1/2"	1
2	Кран шаровый 1/2" ГОСТ 21345–2005	1
3	ВЗУ без обратного клапана (штатное с демонтированным шариком и пружиной)	1
4	Труба медная 6×1, м, ГОСТ Р 52318–2005	2
5	Гайка накидная М12×1,25	6
6	Втулка ∅6	6
7	Медная прокладка	1
	Дополнительно изготавливаемые	
8	Соединительный штуцер тройника	1
9	Штуцер вентиля	2

Вариант модернизированной системы питания двигателя ГБА позволит выполнить предписания нормативных документов в случаях, предусматривающих слив газа из баллонов. Кроме того, это повысит безопасность эксплуатации ГБА и обеспечит экологическую чистоту окружающей среды [14].

Нормативным документом [3] предписывается возможность организации поста слива на АГЗС либо на специально организованной площадке на АТП, где хранятся и обслуживаются газобаллонные автомобили.

Принципиальная технологическая схема поста слива СУГ на АГЗС представлена на рис. 6. Представленный пост совмещен с заправочными колонками.

В составе поста должны быть предусмотрены [15]:

– площадка с твердым покрытием для установки автомобиля с размерами, превышающими наибольшие габариты транспортного средства в плане на величину не менее 1,5 м;

– сливной резервуар объемом 5 м^3 в подземном исполнении;

– оборудование для создания избыточного давления в автомобильном газовом баллоне и его дегазации;

– насос для перекачки слитого газа в резервуар-хранилище АГЗС.

Размещение и планировка поста слива СУГ должна исключать возможность разлива (растекания) СУГ по окружающей территории и, как следствие этого, возможность его последующего испарения.

Покрытие проездов у поста слива СУГ должно проектироваться безыскровым и стойким к воздействиям нефтепродуктов. Технологические решения поста слива СУГ должны предусматривать системы пожарной и аварийной сигнализации, а также пожаротушения.

Пост слива СУГ должен иметь необходимое вспомогательное оборудование, обеспечивающее наружное освещение, освещение сливных и заправочных колонок (устройств), громкоговорящую связь и т.п.

Пост слива СУГ состоит из трех основных систем: вытеснения СУГ из газового баллона; слива СУГ в резервуар; перекачки СУГ из сливного резервуара в резервуар-хранилище.

Система вытеснения СУГ подключается с помощью гибкого шланга и пистолета подачи природного газа *16* к ВЗУ автомобильного газового баллона *17*.

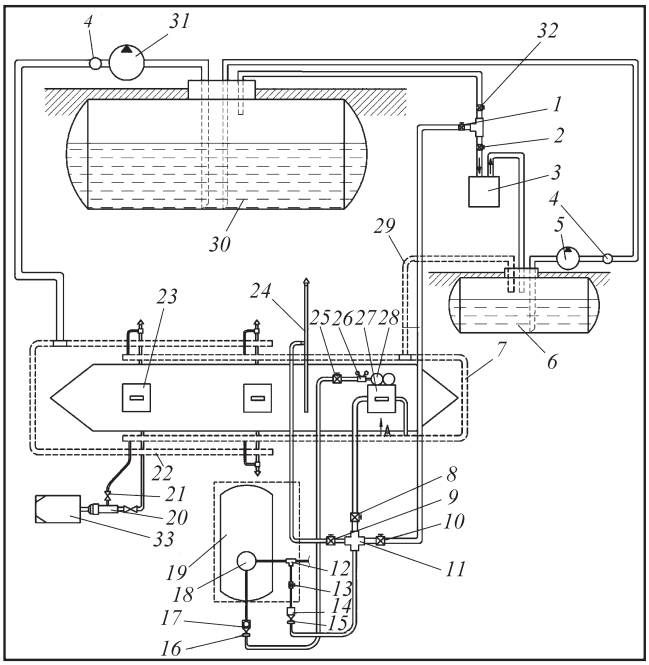


Рис. 6. *Принципиальная технологическая схема поста слива СУГ на АГЗС:*

1, *2*, *32* – вентили; *3* – компрессор АВ-75; *4* – счетчик газа; *5* – насос открыто вихревой FAS NZ153; *6* – резервуар сливной; *7* – сливная магистраль; *8* – вентиль слива жидкой фазы СУГ; *9* – вентиль на продувочную свечу; *10* – вентиль отсоса паровой фазы СУГ; *11* – крестовина соединительная; *12* – тройник со скоростным клапаном; *13* – вентиль слива газа; *14* – ВЗУ без обратного клапана; *15* – пистолет слива СУГ; *16* – пистолет подачи природного газа; *17* – ВЗУ; *18* – мультиклапан; *19* – баллон газовый; *20* – пистолет заправочный; *21* – устройство сбора газа; *22* – магистраль заправочная; *23* – колонка заправочная; *24* – свеча продувочная; *25* – вентиль подачи природного газа; *26* – редуктор понижающий; *27* – колонка сливная; *28* – баллон с природным газом; *29* – труба газовая дюймовая стальная бесшовная; *30* – резервуар хранилища АГЗС; *31* – насос вихревой С-5/200; *33* – газобаллонный автомобиль

Система слива СУГ из баллона автомобиля в сливной резервуар *6* состоит из трубопроводов, пистолета слива СУГ *15*, шести запорных вентилей *1, 2, 8, 9, 10, 32,* крестовины *11*, сливной колонки *27* и системы выпуска паровой фазы из автомобильного баллона "на свечу" *24*.

Система перекачки СУГ состоит из компрессора *3*, насоса открыто вихревого типа *5*, счетчика газа *4* и трубопровода из сливного резервуара в резервуар-хранилище *30*.

В случае необходимости поддавливания СУГ в сливном резервуаре *6* может быть использован компрессор *3*, соединенный с помощью запорных вентилей *2* и *32* с паровой подушкой резервуара *30*.

Система вытеснения СУГ подключается к ВЗУ *17*, система слива СУГ подключается к ВЗУ без обратного клапана *14*.

Слив СУГ из автомобильного газового баллона *19* осуществляется за счет выдавливания жидкой фазы сжатым природным газом из баллона *28* (аккумулятора). Газовый редуктор *26* настраивается таким образом, чтобы давление газа на выходе составляло 1,6 МПа.

После настройки редуктора с помощью вентилей *13, 8, 25* производят слив жидкой фазы до полного опорожнения баллона *19*. Процесс слива жидкой фазы СУГ из автомобильного газового баллона наблюдается по показаниям манометра на сливном резервуаре *6* . Момент возрастания давления говорит о полном сливе жидкой фазы и необходимости прекращения подачи природного газа из баллона *28*. Учет количества сливаемого газа осуществляется с помощью колонки *27*. Освобождение баллона от остатков паровой фазы, в том числе природного газа, производят с помощью открытия вентиля 9 "на свечу" или технические нужды.

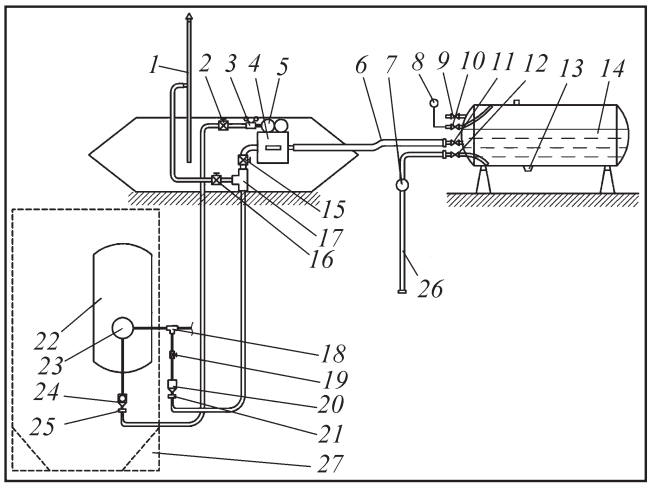


Рис. 7. *Принципиальная технологическая схема поста слива СУГ, расположенного на АТП:*

1 – свеча продувочная; *2* – вентиль подачи природного газа; *3* – редуктор понижающий; *4* – колонка сливная; *5* – баллон с природным газом; *6* – магистраль сбора газа; *7* – счетчик газа; *8* – манометр; *9* – вентиль максимального наполнения; *10* – вентиль паровой фазы; *11* – заправочный вентиль; *12* – вентиль жидкой фазы; *13* – сливная пробка; *14* – сливной резервуар; *15* – вентиль слива жидкой фазы СУГ; *16* – вентиль на продувочную свечу; *17* – тройник; *18* – тройник со скоростным клапаном; *19* – вентиль слива газа; *20* – ВЗУ без обратного клапана; *21* – шланг с пистолетом для слива СУГ; *22* – автомобильный газовый баллон; *23* – мультиклапан; *24* – ВЗУ; *25* – шланг с пистолетом для подачи природного газа; *26* – шланг с пистолетом для раздачи жидкой фазы СУГ; *27* – газобаллонный автомобиль

Перекачка СУГ из сливного резервуара *6* производится с помощью насоса *5* через заборную магистраль. Таким образом, посты слива СУГ из автомобильных газовых баллонов крайне необходимы для организации безопасной эксплуатации ГБА, что подтверждается статистикой эксплуатации этих автомобилей в крупных городах.

В составе поста слива СУГ на АТП должны быть предусмотрены (рис. 7) [13, 15]:

– площадка с твердым покрытием для установки автомобиля с размерами, превышающими наибольшие габариты транспортного средства в плане на величину не менее 1,5 м;

– сливной резервуар, смонтированный в наземном положении;

– оборудование для создания избыточного давления в автомобильном газовом баллоне при сливе СУГ и проведении дегазации;

– помещение для персонала, обслуживающего пост (из расчета 4,5 м^2 на одного работающего).

Площадка поста слива СУГ должна быть расположена под навесом из несгорающих материалов. Навес должен быть без ограждающих конструкций не менее чем с двух сторон.

При выборе местоположения поста слива СУГ и его технологической схемы следует руководствоваться следующими требованиями:

– площадка поста слива СУГ (совместно с участком дегазации баллонов) должна размещаться с подветренной стороны по отношению к производственным и административно-бытовым зданиям АТП;

– расстояния от площадки поста слива СУГ и его технологического оборудования (наземных и подземных резервуаров) до зданий и сооружений необходимо принимать согласно данным табл. 2 [3].

Генеральный план АТП должен предусматривать движение транспорта к посту слива СУГ по односторонней схеме с учетом допустимых радиусов поворота транспортных средств. Встречное

Таблица 2

Спецификация оборудования и материалов, необходимых для проектирования поста слива СУГ на АГЗК и АТП

№ п/п	Оборудование и материалы	Количество, ед.	
		АГЗС	АТП
1	Пистолет слива СУГ	1	1
2	Пистолет подачи природного газа	1	1
3	Крестовина соединительная	1	0
4	Вентиль	7	3
5	Баллон с природным газом	2	2
6	Редуктор понижающий	1	1
7	Компрессор	1	0
8	Счетчик газа	1	1
9	Насос для перекачки газа из сливного резервуара	1	0
10	Колонка сливная	1	1
11	Сливной резервуар	1	0
12	Баллон от 100 до 250 л	0	1
13	Рукава для подвода пистолетов	2	3
14	Трубопроводы	8	4
15	Тройник	1	1

движение автотранспорта на посту слива СУГ не допускается.

В составе поста слива СУГ следует предусмотреть помещения (павильон) для операторов с пультом управления и КИП.

Помещение для операторов поста слива СУГ должно быть не ниже III степени огнестойкости и иметь выход в сторону, противоположную емкости с раздаточным рукавом.

Расстояние от помещения оператора до резервуара поста слива СУГ следует принимать не менее 5 м.

Допускается не предусматривать отдельного помещения для оператора поста слива СУГ, при условии размещения пультов управления и КИП в отдельном помещении производственного здания с возможностями визуального контроля за обслуживаемыми автомобилями.

Островки для поста слива СУГ и площадка у сливного резервуара должны иметь возвышение над прилегающей проезжей частью на 0,15–0,2 м.

Пост слива СУГ состоит из четырех основных систем: системы вытеснения СУГ из автомобильного газового баллона; системы слива СУГ в резервуар; системы хранения газа и системы раздачи СУГ из резервуара для технологических нужд.

Система вытеснения и система слива СУГ аналогичны системам поста слива на АГЗС.

Система хранения СУГ состоит из сливного резервуара *14*, в качестве которого предложен автомобильный газовый баллон емкостью от 100 до 250 л с ЗПА в виде отдельных вентилей на днище или обечайке баллона и контрольного манометра *8*.

Система заправки СУГ газовых баллонов из сливного резервуара состоит из шланга с пистолетом для раздачи жидкой фазы *26*, подключенного к вентилю жидкой фазы *12* резервуара и счетчика газа *7*.

Порядок слива СУГ из автомобильного газового баллона следующий:

– подсоединить к ВЗУ шланг подачи сжатого природного газа для создания избыточного давления, превышающего на 1,5–2,0 атм. давление паровой фазы в сливном резервуаре;

– подсоединить сливной шланг к ВЗУ без обратного клапана;

– открыть вентили на сливном шланге и шланге подачи природного газа;

– открыть вентиль слива газа и наполнительный вентиль мультиклапана;

– по окончании выдавливания жидкой фазы СУГ закрыть вентиль на шланге подачи природного газа, наполнительный вентиль, вентиль слива газа и вентиль на шлаге поста слива;

– открыть вентиль слива газа и вентиль на продувочную свечу и удалить остатки паров СУГ до давления в баллоне, не превышающего 0,1 МПа;

– закрыть вентиль слива газа и вентиль на продувочную свечу и отсоединить сливной шланг и шланг подачи природного газа;

– демонтировать газовый баллон с автомобиля (при необходимости). Сопоставим затраты на проектирование поста слива СУГ на территории АГЗС и АТП с помощью спецификаций на оборудование и материалы этих постов (табл. 2).

Анализируя данную спецификацию, можно сказать, что при проектировании поста слива СУГ на АГЗС необходимо дополнительно установить одну крестовину, четыре вентиля, компрессор для создания давления в сливном резервуаре, насос для перекачки газа из емкости, резервуар сливной. На самостоятельном посту достаточно установить баллон емкостью 100–250 л с ЗПА, разнесенной по днищу. Длина трубопроводов, соединяющих основные элементы поста на АГЗС, будет значительно больше, чем для самостоятельного поста слива СУГ на АТП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ОНТП-01-91.** Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Введ. 1991-08-07. М.: Росавтотранс, 1991.

2. **ПОТ РМ-027-2003.** Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте. Введ. 2003-05-12. СПб.: ЦОТПБСП, 2003.

3. **РД 03112194-1094-03.** Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе. Введ. 2003-01-01. М.: Минтранс РФ, 2003.

4. **Раенбагина Э.Р., Певнев Н.Г.** Обоснование необходимости совершенствования системы питания двигателя СУГ // Транспорт на альтернативном топливе. 2009. № 1. С. 18–19.

5. **Хачатуров С.Т.** Экономика природопользования. М.: Наука, 1987. 254 с.

6. **Максимов В.А. и др.** Нормативное обеспечение экологической безопасности автомобильного транспорта в эксплуатации: учеб. пособие / ред.: В.А. Максимов, В.И. Сарбаев. М.: МАДИ-ГТУ, 2004. 235 с.

7. **Толстопятов В.В.** О законодательстве в сфере газомоторного топлива // Сборник материалов совместного заседания Экспертного совета при Комитете Государственной Думы по промышленности по развитию предприятий ОПК и Комитета при Бюро ЦС по тракторному, сельскохозяйственному, лесозаготовительному, коммунальному и дорожно-строительному машиностроению Союза машиностроителей России. Государственная Дума Федерального Собрания РФ. М.: 17 сентября 2013. С. 15–16.

8. **Кузнецов Е.С. и др.** Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 2001. 535 с.

9. **Раенбагина Э.Р.** Аспекты организации постов безопасного слива сжиженного углеводородного газа из автомобильных газовых баллонов // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции. Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. С. 276–282.

10. **Певнев Н.Г. и др.** Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей. Омск: СибАДИ, 2002. 220 с.

11. **Кузин Ф.А.** Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты: практическое пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. 2-е изд. М.: Ось-89, 1998. 208 с.

12. **Раенбагина Э.Р., Гурдин В.И., Певнев Н.Г.** Разработка технологического процесса безопасного слива сжиженного нефтяного газа // Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации: материалы международного конгресса. Омск: СибАДИ, 2013. Кн. 3. С. 33–37.

13. **Патент № 90137.** Российская Федерация, МПК F 02 M 21/02. Двухтопливная система питания двигателя / Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина, А.П. Елгин; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)" (RU). № 2009132044/22; заявл. 25.08.2009 ; опубл. 27.12.2009, Бюл. № 36. 2 с.

14. **Раенбагина Э.Р., Певнев Н.Г., Гурдин В.И.** Предотвращение ущерба окружающей среде от несанкционированного слива газа из автомобильных баллонов // Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 6. С. 44–50.

15. **Раенбагина Э.Р., Певнев Н.Г.** Пост слива газа на АГЗС и определение технологических параметров слива газа из автомобильных баллонов // Транспорт на альтернативном топливе. 2010. № 4. С. 46–50.

УДК 665.725

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОПАН-БУТАНА ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СПГ НА АГНКС

М.С. Лебедев, Н.Ф. Филипповский, Д.О. Быков, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Малотоннажное производство сжиженного природного газа (СПГ) на сегодняшний день является одним из наиболее актуальных направлений деятельности ООО "Газпром трансгаз Екатеринбург". Качество продукта зависит от технологии производства. Для увеличения концентрации метана в СПГ необходимо отделять тяжелые углеводороды. В данном докладе представлена технология сепарации и методы использования тяжелых углеводородов на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) г. Первоуральск.

Ключевые слова: *сжиженный природный газ; тяжелые углеводороды; каплеуловитель; пропан-бутановая смесь.*

GETTING PROPANE-BUTANE DUE TO OPTIMIZATION OF LNG PRODUCTION AT AGFCS PERVOURALSK

Lebedev M.S., Filippovsky N.F., Dr. of technical sciences; **Bykov D.O.,** Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg city

Today low-tonnage production of liquefied natural gas (LNG) is one of the most important directions of activity of LLC "Gazprom Transgaz Yekaterinburg". Product quality depends on the production technology. The heavy hydrocarbons must be separated to increase the concentration of methane in LNG. This report provides separation technology and methods of using the heavy hydrocarbons at automobile gas filling station (AGFS) Pervouralsk.

Keywords: *liquefied natural gas; heavy hydrocarbons; drop eliminator; propane-butane mixture.*

На сегодняшний день ООО "Газпром трансгаз Екатеринбург" активно реализует программу по производству и использованию сжиженного природного газа (СПГ) в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобильных и железнодорожных транспортных средств. Управление "Уралавтогаз" эксплуатирует два объекта по производству СПГ марки Б: комплекс СПГ на ГРС-4 и АГНКС г. Первоуральск. При хранении сжиженного газа из-за теплопритоков от окружающей среды часть жидкости испаряется, а пар удаляется эжектором. При этом концентрация тяжелых углеводородов в емкости увеличивается, поскольку испаряются и откачиваются в основном самые легкие углеводороды, имеющие низкую температуру кипения. При переливе СПГ в другие емкости часто возникает образование пробок из кристаллов тяжелых углеводородов, поэтому приходится стравливать большие объемы жидкости в атмосферу для разрушения этих пробок. Во избежание увеличения концентрации тяжелых углеводородов, их необходимо отделять в процессе производства. На комплексе СПГ ГРС-4 эта технология предусмотрена. В данной работе представлена технология производства СПГ на АГНКС г. Первоуральск с отделением тяжелых углеводородов и диоксида углерода, а также предложены методы использования полученной смеси.

Основная идея заключается в установке каплеуловителя на линии дросселируемого газа высокого давления и отделителя твердого диоксида углерода (механических фильтров, работающих попеременно, перед емкостью хранения СПГ) (рис. 1), что позволит производить СПГ с повышенной концентрацией метана.

Смесь отделенных сконденсировавшихся углеводородов можно хранить в емкости без теплоизоляции под давлением 6–7 бар [1]. Средняя массовая концентрация пропана удовлетворяет требованию ГОСТ Р 52087–2003 [2] по составу топлива "пропан-бутан автомобильный". Результаты технологического расчета показали, что отделяемая смесь углеводородов со средним расходом 4,5 кг/ч может использоваться либо в качестве коммерческого продукта – моторного топлива "пропан-бутан автомобильный", либо в качестве пропан-бутановой смеси (газового конденсата) для резки металла на нужды подразделений предприятия. Кроме того, эта смесь может найти другое полезное применение. Ее можно сжигать в виде топлива для газосжигающего нагревателя природного газа, нагревающего газ до 300 °С для регенерации адсорберов блока осушки в схеме АГНКС вместо электронагревателей. Подобный нагреватель (рис. 2)

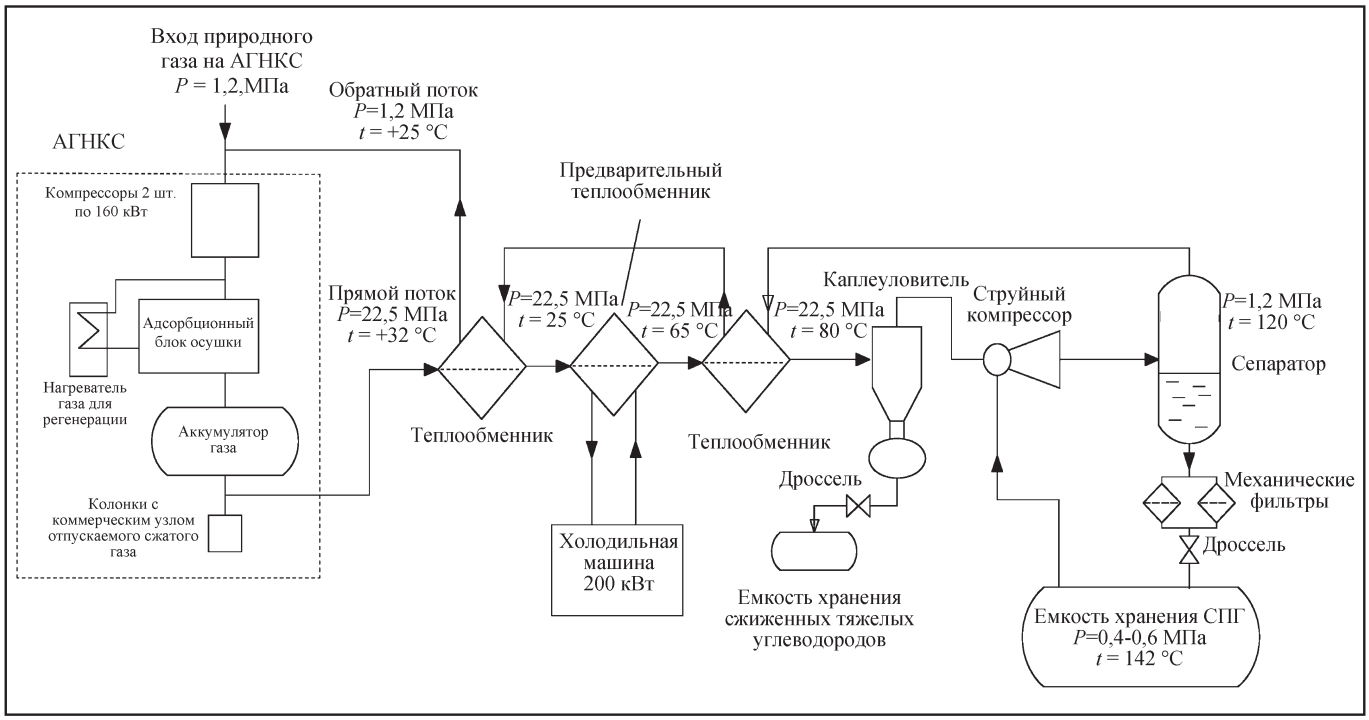


Рис. 1. *Предлагаемая технологическая схема производства СПГ на АГНКС г. Первоуральск с внедренными каплеуловителем и механическими фильтрами*

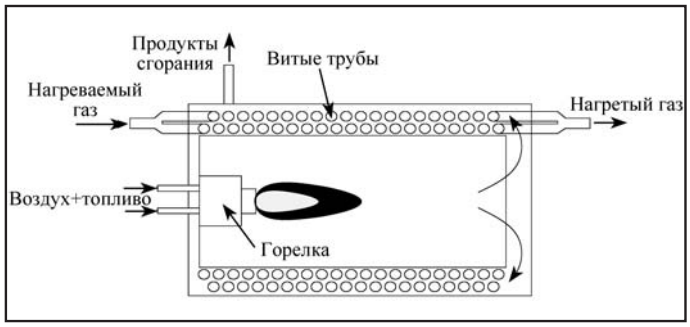


Рис. 2. *Схема нагревателя природного газа для регенерации адсорберов*

хорошо зарекомендовал себя на комплексе СПГ на ГРС-4.

При полной загруженности станции за год будет производиться 40 т пропановой смеси. Примерно столько же пропан-бутана закупается предприятием "Газпром трансгаз Екатеринбург" для собственных нужд. Установка оборудования позволит не только почти полностью отказаться от закупок пропан-бутана у сторонних организаций, тем самым экономить около 1,5 млн руб. в год, но и значительно снизить потери СПГ при образовании пробок в процессе перелива. Расчеты показали, что период окупаемости реконструкции АГНКС составит менее трех лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Варгафтик Н.Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей, М.: 1972, 720 с.

2. **ГОСТ Р 52087–2003.** Газы углеводородные сжиженные топливные.

УДК 620:92; 629.33

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИННОВАЦИИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ СФЕРЕ

В.А. Грушников, канд. техн. наук, Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН), г. Москва

Многочисленные реализации инновационных разработок и продвижений передовых конструктивно-технологических мероприятий в области автомобилестроения и эксплуатации колесных транспортных средств свидетельствуют о жесткой конкуренции автопроизводителей и транспортников, эксплуатирующих эти массово использующиеся во всех отраслях экономики средства перевозки грузов и пассажиров.

Ключевые слова: *автомобилестроение; автомобильный транспорт; колесные транспортные средства; конструкции; технологии; энергоэффективность; инновации.*

PERSPECTIVE INNOVATIONS IN THE AUTOMOBILE SPHERE

Grushnikov V.A., Ph. D. of tech. sciences, All-Russian Institute of Scientific and Technical Information (VINITI of RAS), Moscow

Numerous realization of innovative developments and advances of the advanced constructive and technological actions in the field of automotive industry and operation of wheel vehicles testify about rigid the competition of the car makers and transport workers operating these in large quantities the economies of means of transportation of goods which are used in all branches and passengers.

Keywords: *automotive; road transport; wheeled vehicles; structures; technologies; energy efficiency; innovations.*

Конкурентоспособность продукции компаний-автопроизводителей обеспечивается отслеживанием современных тенденций спроса и внедрением инновационных технологий с их оперативной реализацией в новых производственных платформах. Их коммерческая успешность определяется энергоэффективностью и экологичностью эксплуатации у конечного потребителя продукции. Наглядным проявлением этого является новая концепция грузового автопоезда [1]. Экспериментально проработанная немецкими автомобилестроительными концернами Daimler (пассажирское отделение Mercedes-Benz), MAN и шведской компании Volvo и уже апробируемая в эксплуатации транспортным оператором Jumbo и автопроизводителем DAF (Нидерланды) новая концепция грузового автопоезда, преследующая целью повышение вместимости полуприцепа габаритами по наружной высоте 4 м и по внутренней – 3 м, реализована подвижным составом грузоподъемностью 7,5–18 т с двухосным тягачом с седельно-сцепным устройством на высоте 910 мм, на колесах повышенной несущей способности с увеличенным посадочным диаметром 22,5 дюйма с шинами серии 45 или 50 шириной 315, 355 или 375 мм и полуприцепа на 19,5-дюймовых шинах. Такая комбинация с увеличенными по размеру и нагрузкам ошинованными колесами автомобиля-тягача и уменьшенными по наружному диаметру и увеличенными по ширине колесами прицепного состава позволяет до 10 % повысить вместимость такого грузового автопоезда.

Определяющая энергоэффективность колесного транспортного средства (ТС) оптимизация термодинамического процесса и режимов эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) при традиционном приводе и теплового режима эксплуатации электродвигателя – в электромобиле и совместного – в так называемом гибридном приводе с комбинированной энергетической установкой выражается в конкретных характеристиках потребления энергии. В рамках реализации экологической стратегии Евросоюза в тренде электромобилизации сотрудниками немецкого концерна Volkswagen в кооперации с университетом Касселя рассматривается [2] современное состояние и перспективы совершенствования всего комплекса вопросов энергоэффективности электрических приводов колесных ТС. Особое внимание уделяется особенностям и тонкостям оценки КПД и отдельных конструктивных мероприятий и параметров реализации при испытаниях на барабанном стенде с выявлением потерь мощности на входе, выходе из трансмиссии и по комбинированному входному-выходному циклу. Первый метод позволяет оценить энергоэффективность бортового генератора энергии в виде мощности – будь то ДВС, электродвигатель или комбинированная энергетическая установка – на разных оборотах и нагрузочных характеристиках. Второй – паразитные потери циркулирующей в коробке передач трансмиссии мощности, отслеживая потоки крутящего момента. Третий на холистическом уровне позволяет оценить энергоэффективность силового агрегата в целом. И хотя для отслеживания, регистрации и обработки большего массива исходной информации по контролируемым параметрам процессов сгорания топливо-воздушной смеси в цилиндрах ДВС, преобразования тепловой энергии в механическую и ее передачи трансмиссией от силового агрегата к ведущим колесам ТС требуется больше технических и информационно-вычислительных

ресурсов, в этом случае появляется возможность оценки всей энергетической комбинированной синергетики. Это, в свою очередь, позволяет оптимизировать энергооснащенность ТС с минимизацией ущерба, наносимого окружающей среде токсичными выбросами вредных веществ.

С этим неизбежным злом разного масштаба бедствия ДВС конструкторы и технологи автомобилестроения и автотранспортники с разной степенью успешности пытаются бороться разными способами – в том числе совершенствованием свойств автомобильного топлива с меньшей токсичностью продуктов его сгорания. Экспериментальные и подконтрольные эксплуатационные результаты использования их разных составов далеко не так однозначны, как предполагалось в самом начале их применения.

В свете постоянного ужесточения международных требований по среднему потреблению бензина в 4,1 л/100 км и дизтоплива в 3,6 л/100 км и выбросов CO_2 системами выпуска ДВС легковых автомобилей с 2020 г. в 95 г/км (в 2015 г. – 130 г/км) моторостроители и автомобилестроители для решения этих непростых вызовов в виде глобального потепления и автомобильных экологических задач вынуждены применять все более сложные и затратные технологии снижения токсичности отработавших газов. Сразу несколько направлений прорабатывается с этой целью. Одним из них является использование добавок к традиционному моторному топливу.

Сменившаяся настороженностью эйфория массового применения в автомобильных дизелях экономного и более экологичного биодизельного топлива, представляющего собой добавки к так называемому соляровому маслу растительных или биологических спиртов, или смеси эфиров жирных кислот, объясняется характерными для них системно зарегистрированными повреждениями компонентов цилиндро-поршневой группы ДВС. Многочисленными инспекциями и лабораторными исследованиями установлены [3] их причины: в отличие от нефтепродуктов ископаемого топлива, испаряющихся из смеси с маслом в контакте поршневых колец со стенками цилиндра, биодобавки и эфиры, в первую очередь, из-за высокой температуры кипения не удаляются, а напротив, образуют шламовые отложения, утоняющие, а затем и разрушающие масляную пленку, вызывая задиры.

Химической основой этого негативного процесса является образование нерасщепляющихся и не испаряющихся возгонкой активных олефинов: олигомеров – звеньев из коротких молекул мономеров и полимеров, склонных к отложениям. Без полного отказа от использования биодизельных топлив, кроме того, этими продуктами сгорания значительно сокращающими долговечность функционирования сажевых фильтров, решить эту проблему можно реализацией механизма метатезиса – изменения местоположения компонентов химической реакции замещения в присутствии каталитически активных соединений – атомов рутения, например, – так называемых переходных материалов. Этот механизм описан еще в 1971 г. Шовеном, в 1990 г. Шрок его реализовал каталитически, а в 1992 г. Граббс добился повышенной эффективности и устойчивости этого катализатора к воде и кислороду, за что в 2005 г. все трое были удостоены Нобелевской премии по химии.

В решении проблемы токсичности отработавших газов ДВС весьма осязаемые шансы имеются у природного газа. Он в качестве моторного топлива в виде компримированного метана и сжиженного сопутствующего нефтяного газа может сыграть [4] важную промежуточную роль на пути к перспективной цели – электромобилизации. Основное преимущество природного газа по сравнению с жидкими углеводородами заключается уже только в том, что в природном газе на 30 % меньше связанных атомами нейтрального водорода токсичных в продуктах их сгорания – CO и NO_x – атомов углерода и азота. И это – несмотря на небольшую долю легковых автомобилей на газе (по данным официальной статистики Германии в 2014 г. в стране зарегистрировано всего 8194 ед. вновь допущенных к эксплуатации на компримированном природном газе и 6234 ед. на сжиженном сопутствующем нефтяном газе). Для эффективного использования этого экологичного топлива создаются новые ДВС с инновационными технологиями, основанными на применении улучшенных систем впуска топливно-воздушных смесей с измененной геометрией воздуховодов, клапанов, коленвалов, увеличенными с 9,5 до 12,5 степенями сжатия и давлениями впрыска инновационными насос-форсунками. Эти конструкторско-технологические мероприятия успешно реализуются, в частности, концернами Delphi (США), Bosch и Mahle (Германия) и институтом автомобильных приво-

Рис. 1. *Топливозаправочная станция с водородным комплексом*

дов и автомобильной техники Технического университета Вены, а отрабатываются на лабораторных стендах и спортивных легковых автомобилях, участвующих в ралли, гонках "Формулы-3" и по Нюрнбургскому кольцу, VW Race Touareg и VW Touran. На первом в экспериментальном порядке успешно реализуется турбонаддувный ДВС рабочим объемом 1,6 л удельной мощностью 110 кВт/л, на втором – рабочим объемом 1,2 л удельной мощностью 90 кВт/л.

Слабо пока раскрыт потенциал водорода в качестве моторного топлива, хотя такие известнейшие энергетические концерны – топливные операторы, как Total и H_2 Mobility, основательно сориентировались [5] на массовое продвижение водородных топливных технологий (рис. 1). Уже десятая в начале сентября 2016 г. открытая в немецком Ростоке комбинированная топливозаправочная станция четвертой в мире по объемам добычи и продаж французской нефтегазодобывающей компании Total пополнила сеть мультиэнергетических заправочных станций, эксплуатирующихся европейским альянсом H_2 Mobility с активным участием в нем немецких концернов Daimler, Linde, OMV и британской Shell.

Наряду с традиционными колонками заправки баков автомобильных колесных ТС бензином и дизтопливом, основную нагрузку по энергообеспечению подвижного состава на них несут установки электрозарядки аккумуляторов и заправки водородом резервуаров ТС с топливными элементами, реализующими электрохимический процесс окисления водорода с получением полезной электроэнергии и нейтральной воды в качестве выбросов. Перспективность автомобильной водородной топливной энергетической технологии объясняется плотностью ее энергоносителя, обеспечивающей при современном уровне оснащения 500 км автономного запаса хода (при той же массе литий-ионные аккумуляторы электромобилей позволяют только в перспективе без подзарядки перемещаться на расстоянии до 200 км) и быстрой экспресс-заправкой баллонов с водородом за 3 мин, тогда как даже неполная зарядка аккумуляторов электромобиля – минимум 30 мин. Расширение объемов применения водородной топливной энергетики, начатое с июня 2012 г., привело к наличию в настоящий момент 50 станций с колонками заправки этим энергоемким газовым топливом только в столичном регионе и Северном транспортном коридоре Германии и реальной возможности появления их в Германии к 2013 г. до 400.

В плане перспектив энергетической инфраструктуры автомобильного транспорта важную роль играет оптимальность выбора варианта топливозаправочной станции будущего. Так, в дипломных проектах студентов Высшей школы немецкого Гейдельберга в виде концепции комбинированных энергозаправочно-зарядных технологий реализованы [6] перспективные разработки, в пилотных вариантах уже апробируемые в компактных исполнениях топливозаправочной станции будущего, на которых энергоэффективно и оперативно немецким логистическим предпринимателем Liqvis в экспериментальном порядке предоставляются возможности заполнения топливных баков легковых и грузовых автомобилей с традиционными ДВС бензином, дизтопливом, баллонов колесных ТС с газовыми двигателями – компримированным природным газом – метаном, сжиженным бутан-пропаном и водородом – для топливных элементов, а аккумуляторов электрифицированных ТС с комбинированными энергетическими установками и с чисто электрическим приводом – электричеством на электрозарядных колонках с наиболее распространенными в Евросоюзе вилочно-штеккерными разъемами Mennekes и системы японского стандарта CHAdeMO. Такой широкий выбор энергоресурсов предоставляется на комбинированных станциях французской энергетической компании Total, активно сотрудничающей в Германии с такими энергологистическими

предпринимателями, как Raffinerie Schwedt, Gaaag, VNG, Газпром, LEAG, RWE. В Берлине на газовое топливо переведены таксомоторы на базе шасси японской компании Toyota. Вблизи Берлинского аэропорта подразделением BER Total уже вырабатывается водород, который, кроме него (девять водородных топливозаправочных колонок), на 22 колонках, три из которых в Берлине, предлагается германским газовым концерном Linde. В планах европейского альянса H_2 Mobility к 2023 г. вместо 50 нынешних в Германии должно эксплуатироваться 400 водородных автозаправочных станций. Total в настоящее время активно занимается решением актуальной проблемы устранения утечек жидкотекучего водорода, проникающего через поры металла автоцистерн его доставляющего.

В связи с тем, что генерируемая ДВС и/или электродвигателем мощность привода колесного ТС, в первую очередь, воспринимается и в дальнейшем передается его ведущим колесам трансмиссией, повышению ее энергоэффективности также уделяется первостепенное значение. В этом плане несомненный интерес представляет [7] революционная инновация немецкого концерна ZF Friedrichshafen в виде электронного управления механическим приводом трансмиссии силового агрегата за счет оптимизации ее функционирования позволяющая снизить потребление топлива более чем на 10 %. Эта уже востребованная многими европейским автопроизводителями технология реализуется в автоматизированном варианте планетарной коробкой передач с ручным переключением, в двухпоточной трансмиссии и в автоматической коробке передач, в том числе с традиционным и мотор-колесным приводом, с тепловым, гибридным и чисто электрическим приводом, в том числе с использованием беспилотных технологий управления.

При этом, несмотря на полное вытеснение коробок с ручным переключением передач автоматическими в классе комфортабельных и не только легковых автомобилей, половина всех выпускаемых по всему миру автомобилей продолжает комплектоваться ручными механическими агрегатами трансмиссии, более конструктивно простыми, дешевыми в изготовлении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте, и долговечными. А соединение этих преимуществ с возможностями комбинированной энергетической установки, привода автоматического разобщения трансмиссии позволяет [8] экономить топливо при движении накатом и при остановке на светофоре (электронная система "стоп-старт") – первая ступень оптимизации, отказаться от использования или оптимизировать по усилию педаль сцепления – вторая ступень и на третьей ступени оптимизации системы управления приводом автоматизировать функции сцепления со снижением его износа и реализацией автоматической парковки. Эти последовательности оптимизационной задачи начал решать немецкий поставщик автокомпонентов Schaeffler, реализуя инновационную концепцию электронного сцепления (E-Clutch). Принцип его действия основан на использовании, наряду с задающим перемещение штоком поршневого цилиндра, механически соединенным с педалью сцепления, приводимого электродвигателем параллельного ему и гидравлически сообщающегося с ним задающего поршневого цилиндра, механически последовательно соединенного с приемным поршневым цилиндром перемещения выжимного подшипника корзины сцепления. Смысл инновации – в автоматическом разобщении фрикционных накладок дисков сцепления трансмиссии при снятии ноги с педали подачи топлива (акселератора) и их замыкании при касании рукой рычага переключения передач. Экспериментальная апробация такого электронного сцепления Schaeffler в базовой версии под обозначением MTplus на легковом автомобиле Opel Corsa (рис. 2) с гибридным приводом (ДВС рабочим объемом 1,2 л и электромашина мощностью 51 кВт) продемонстрировала 3%-ную экономию топлива при движении накатом и 8%-ную – в цикле городского движения.

Рис. 2. *Испытания легкового автомобиля Opel Corsa с электронным сцеплением Schaeffler в базовой версии под обозначением MTplus*

При всем достоинстве инновационных продуктов различных концепций, назначений и уровня потребительских свойств редкий из них, особенно в условиях современного богатства предложений, сможет сразу же после анонсирования и начала серийного производства выйти на широкий рынок продаж без серьезной подготовки и поддержки. В рамках обычной свободной конкуренции речь идет о рекламе и коммерческом продвижении товаров и услуг. Но в случае отстаивания общенациональных и транснациональных интересов, как при поиске способов противодействия пагубному для всего человечества процессу глобального потепления без государственной и даже объединенной межгосударственной или транснациональной поддержке, в данном случае, процесса электромобилизации – просто не обойтись! Проследим ее эффективность в регионе Боденского озера.

По достоинству оценив положительный опыт электромобилизации Франции, Нидерландов с долей электрифицированных колесных ТС среди вновь зарегистрированных в 2015 г. – 9,9 и 6 % в 2016 г. и, в особенности, Норвегии – 22,5 и 29 %, соответственно, правительства Швейцарии, Австрии и Германии, граничащих друг с другом по Боденскому озеру, приняли решение о государственной поддержке [9] своих национальных программ электромобилизации. Действующий с мая 2016 г. экологический бонус, на финансирование которого только в Германии до 2020 г. сначала было выделено 1,2 млрд евро, а с весны 2017 г. – в общей сложности 5 млрд евро, составляет 4 тыс. евро за приобретение электромобиля и 3 тыс. евро – за гибридное колесное ТС с комбинированной энергетической установкой. Это должно переломить застойную ситуацию (0,7 % электрифицированных ТС в 2015 и 2016 гг.), сдерживающую реализацию намеченных Правительством Германии планов появления на дорогах страны в 2020 г. не менее 1 млн экологически чистых колесных ТС. На конец 2016 г. их насчитывалось 77 тыс. ед. (37 тыс. электромобилей и 40 тыс. ед. гибридов).

И, наконец, после анализа сфер применения и области распространения инноваций перейдем к рассмотрению из наиболее интересных концепций и конкретных реализаций, роль которых состоит в положительных изменениях в обществе, а значение определяется пользой, ему приносимой. Из выдающихся инноваций в виде прорывных технологий, способных принести мировой экономике выгоду до 2025 г. от 14 трлн до 33 трлн долл. США, выделенных авторитетнейшим в области прогнозирования технического прогресса, в частности, Глобальным институтом McKinsey (MGI), в нашем приложении особого внимания заслуживают "Автоматизация интеллектуального труда" (5–6,7 трлн долл.), "Продвинутая робототехника" (1,6–4,5 трлн долл.) и "Самоуправляемые автомобили" (0,3–2 трлн долл.). Они зародились в исследовательских лабораториях, доводятся в опытно-промышленных образцах и оцениваются в подконтрольных испытаниях.

Их эксплуатационная оптимизация строится на компромиссе разумных требований к качеству, производительности и стоимости на протяжении всего жизненного цикла продукции. Но начинается все с проектирования. Наряду с такими классическими методами, как интегрированная поставка проекта – Integrated Projekt Delivery (IPD), параллельная инженерия – Concurrent Engineering (CE) и одновременное проектирование – Simultaneous Engineering (SE), для реинжиниринга существующих продуктов и их совершенствования в настоящее время по правилу ворот качества на принципах отрицательной обратной связи уже не первый год применяются [10] методы, основанные на использовании фрагментарной априорной и уточняющей привлеченной информации с ее реактивным управлением. Гибкая методология разработки продукта на основе динамического проектирования (DPD) – инновационная концепция проектирования и продвижения продукта в более широком временном диапазоне заключительного этапа жизненного цикла предшественника и прогноза успешности прототипа. Обратная связь в DPD основана на использовании гибких алгоритмов управления в реальном времени качественной информацией, что облегчает контроль и снижает вероятности рисков нежелательных событий. Их низкий уровень поддерживается высокой частотой итерационных процедур верификации и валидации значений контролируемых параметров. Это подтверждается подобной практикой прототипирования образцов новой автомобильной техники, более 25 лет в постоянно совершенствуемых модификациях успешно применяемой японской автомобилестроительной компанией Toyota.

Обоснованность, действенность и плодотворность этой концепции и разновидностей ее различных успешных реализаций мировыми грандами автомобилестроения подтверждается многочисленными примерами совершенствования мето-

Рис. 3. *Электромобиль City eTaxi*

дов и способов автомобильного прототипирования. Так, сотрудниками кафедры электрических и электронных компонентов автомобилей Технического университета немецкого Ахена на примере разработки городского электромобильного таксомотора всесторонне оценены [11] преимущества цифрового прототипирования (рис. 3).

Реализованный в рамках исследовательского проекта ACM2 программы IKT третьей стадии электромобилизации этот разработанный в Германском аэрокосмическом центре DLR инструмент проектирования позволил сократить временные и материальные затраты и с начала 2017 г. приступить к изготовлению в опытном производстве университета восьми пилотных электромобилей City eTaxi (рис. 3), предназначенных для проведения натурных подконтрольных эксплуатационных испытаний будущих серийных электрических таксомоторов, органично вписывающихся в Национальную программу электромобилизации Германии.

Совершенствование конструкции легкового автомобиля – процесс многогранный и взаимосвязанный, состоящий в нахождении оптимальных значений отдельных параметров и разумного компромисса между ними. Не последнее место в нем занимает улучшение аэродинамики – снижение лобового сопротивления набегающему потоку воздуха современных колесных ТС, способных развивать максимальную скорость до 200–300 км/ч. С учетом того, что его влияние на общие потери в виде сопротивления движению становится превалирующим начиная со 140 км/ч, понятно то внимание, которое уделяется этому показателю, определяющему уровень потребления энергии: топлива – при оснащении колесного ТС современным ДВС или электричества – в случае электромобиля и автомобиля с комбинированной энергетической установкой, а также выбросов в атмосферу с отработавшими газами системы выпуска вредных (отравляющих) веществ.

На фоне постоянного ужесточения требований по охране окружающей среды (экологическая норма выбросов CO_2 и NO_x в Европе к 2020 г. по сравнению с 1995 г. законодательно снизится вдвое) весьма логичными и просто объяснимым выглядит стремление абсолютно всех автопроизводителей ограничить выбросы токсичных продуктов сгорания топливо-воздушной смеси в цилиндрах автомобильных ДВС всеми возможными способами, в том числе самым эффективным – за счет сокращения потребления углеводородного топлива.

Самым радикальным способом, безусловно, является полный отказ от ДВС и переход на чисто электрическую тягу ТС. В любом случае их энергоэффективность нуждается в точной, адекватной и обоснованной оценке на основе стандартных процедур контроля потребления энергии. С учетом особенностей его замеров с переходом в 2018 г. с имитационного Нового Европейского ездового цикла (NEFZ – в немецкой аббревиатуре и NEFD – в английской) на всемирный цикл WLTP с другим набором и продолжительностью более скоростных режимов движения и расширяющимся процессом электромобилизации многими исследователями, в том числе, с кафедры аэродинамики Технического университета Дармштадта и автомобилестроительного концерна BMW (Германия) оцениваются роль и перспективы совершенствования всех систем колесного ТС и, не в последнюю очередь, вызывающего потери реализуемой мощности – аэродинамического сопротивления легкового автомобиля.

Значение этого показателя – коэффициента аэродинамического сопротивления на энергоэффективность уже теоретически определятся зависимостью от квадрата скорости движения и экспериментально установленной долей в общем сопротивлении, составляющей около 20 % – большей, чем сопротивление качению и преодоление инерционной массы подвижного состава с ДВС, а для электромобиля с рекуперацией энергии торможения – даже более 50 %! В ретроспективном анализе [12] отмечено снижение C_w с 0,5–1 в начале 20 в. до 0,34 в 1990 гг. и до 0,22–0,25 в настоящее время. На примере легкового автомобиля BMW седьмой серии с C_w = 0,24 в 2015 г. рассматриваются способы доведения в перспективе этого показателя до целевой величины 0,185 (рис. 4)!

Рис. 4. *Испытательные эксперименты по оптимизации аэродинамического сопротивления легкового автомобиля BMW седьмой серии*

Поскольку эксплуатационные свойства колесных ТС определяются сначала совершенством конструктивно-технологических решений, заложенных в проекте, а затем – процессов изготовления деталей, агрегатов систем и их сборки на заводском конвейере, важнейшее значение принадлежит метрологическому обеспечению различных производственных циклов и каждого из их переделов. Не нуждающаяся в доказательствах роль измерительной техники в автомобилестроении в современных условиях широкого распространения роботизированных комплексов многократно возрастает, обеспечивая недоступную ранее точность изготовления. Стремительный рост роли и значения измерительной техники в автомобилестроении демонстрируется [13], хотя бы, глобальным объемом заказанного на 2018 г. производителям контрольно-измерительного оборудования, в стоимостном выражении уже составившим 1,2 млрд долл. США. Переход от простого операторского измерения к роботизированному перед сборочным конвейером, на нем и на посту окончательного контроля знаменует собой слияние измерительного и сборочного процессов с нулевой ошибкой и непосредственным использованием результатов в системе индустрии четвертого поколения. Преимущества такого симбиоза в полной мере реализуются комплексами с информационно-вычислительной системами и радиочастотным идентификатором с инновационным программным интерфейсом Sahhir QD (рис. 5), например, немецкой фирмы Schneider Messtechnik.

Самыми достоверными мерилами оценки эффективности достигнутых мероприятий по оптимизации технико-эксплуатационных свойств спроектированных и изготовленных технических объектов, в том числе и в первую очередь, таких как колесные ТС, были и продолжают оставаться результаты стендовых и дорожных полигонных и эксплуатационных испытаний. Они используются для доводки прототипов и дальнейшего совершенствования серийных моделей с обновлением в модернизированных модификациях и версиях с улучшенными характеристиками, продлевающими жизненный цикл базовой модели – основы конструктивной серии.

Результаты лабораторно-дорожных исследований и испытаний по совершенствованию экологических свойств автомобилей являются объективным мерилом их оценки и позволяют на достоверной основе проводить сравнительные сопоставления и разрабатывать векторы стратегии оптимизации комплексных и дифференциальных параметров колесных ТС. Реалистичность такой оценки обусловлена целым рядом конкретных условий. В связи с этим на основе результатов проведенного компетентного ретроспективного аналитического исследования путей и способов решения проблемы токсичности систем выпуска легковых автомобилей, пассажирских и грузовых развозных фургонов с ужесточением экологических норм с "Евро-1" в 1970 г. до ожидаемого вступления в силу обязательного требования нормы "Евро-6" рассматриваются [14] изменения составных элементов и продолжительности контрольного испытательного цикла. Отслеживаемый по режимам движения и выбросам вредных веществ на барабанном стенде с регистрацией датчиками контролируемых скоростей и токсичности отработавших газов и на

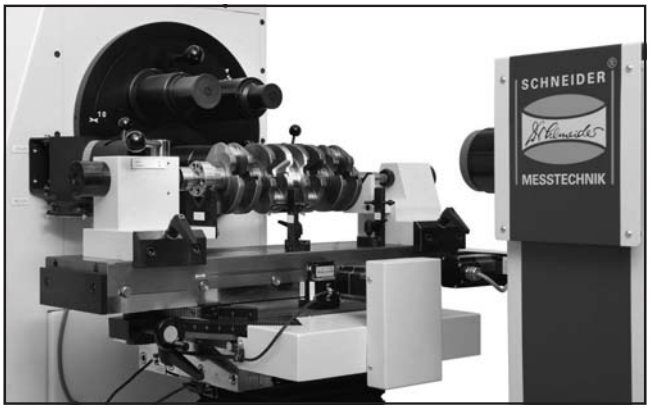


Рис. 5. *Программный интерфейс Sahhir QD немецкой фирмы Schneider Messtechnik*

Рис. 6. *Измерительная система RDE австрийской компании AVL*

аттестованных дорогах автополигонов и общего пользования с лабораторным следящим комплексом действующий Новый Европейский ездовой цикл NEFZ со средней скоростью имитационного движения 34 км/ч и максимальной в 120 км/ч с сентября 2017 г. будет заменен циклом Всемирной гармонизированной испытательной процедуры WLTP с увеличенной до 131 км/ч скоростью и ее колебаниями. В измерительной системе RDE будет использоваться процессор PEMS австрийской компании AVL (рис. 6).

На ранних стадиях испытаний прототипов и доводки предсерийных образцов автомобильной техники очень информативными являются результаты имитационных модельных математических исследований и связанных с ними единой целью оптимизации параметров стендовых испытаний агрегатов, систем и полнокомплектных колесных ТС со стандартизованной критериальной оценкой степени совершенства дифференциальных и/или интегральных потребительских свойств. Проследим это на примере эффективности информационной поддержки электронной системы рулевого управления автомобиля.

Верифицированные и валидированные данными стендовых испытаний результаты виртуальных и экспериментальных исследований [15] коллектива сотрудников института автомобильной техники Технического университета Брауншвейга и концерна Volkswagen по эффективности информационной поддержки системы рулевого управления колесным ТС позволили разработать методику ее оценки с минимальной среднеквадратической ошибкой и дисперсией отклонений прогнозных расчетных и реальных значений амплитудно-частотных характеристик контролируемых процессором значений датчиков виброперемещений и виброускорений разомкнутой импульсной системы рулевого управления легкового автомобиля с современной информационно-навигационной коммуникацией. Эти инновационные наработки легли в основу новой концепции, использованной в последней модификации легкового автомобиля VW Golf.

Рассмотренные эксплуатационные и конструкторско-технологические инновационные решения в области использования, проектирования и изготовления колесных ТС – это только несколько примеров поиска и нахождения оптимизационных вариантов организации современных производственных процессов транспортной, автокомпонентной и автосборочной отраслях экономики, позволяющих повысить энергоэффективность таких сложных технических объектов, как колесные ТС и улучшить экологическую ситуацию. Трендами этих оптимизационных инноваций, безусловно, являются электромобилизация и беспилотные колесные ТС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Wildhage H.-J.** Auf die Reifengröβe kommt es an // DVZ: Dtsch. Verrehrs-Ztg. 2016. 70. № 36. 10 с.

2. **Saβ H.** Entwicklungsumgebung zur Effizienzsteigerung von elektrischen Traktions maschinen // ATZ: Automobiltechn. Z. 2016. 118, № 12. С. 62–68.

3. **Saβ H.** Entwicklungsumgebung zur Effizienzsteigerung von elektrischen Traktions maschinen// ATZ: Automobiltechn. Z. 2016. 118, № 12. С. 62–68.

4. **Schröder O., Pabst C., Munack A., Krahl J.** Absenkung der Siedelinie von Biodiesel mittels Metathese // MTZ: Motortechn. Z. 2016. 77. № 2. С. 68–75.

5. **Erdgas.** Die greifbare Chance // MTZ: Motortechn. Z. 77. 2016. № 2. С. 9–13.

6. **Wasserstoff** kommt. Warum Total gemeinsam mit Mobility auf die neue Technologie setzt // Brennstoffspiegel und Mineralolrdsch. 2016. № 12. С. 42–44.

7. **Urbansky F.** Wie die Tankstelle der Zukunft aussieht // Brennstoffspiegel und Mineralolrdsch. 2017. № 1. С. 16–17.

8. **Buhl J., Hochrein M., Temp A.** "By wire" bringt Effizienz ins Kupplungssystem // MTZ: Motortechn. Z. 2016. 77, № 2. С. 40–45.

9. **Mayer H.W.** Handschaltgetriebe und Hybridantrieb miteinander vereint // VDI-Nachr.(ichten). 2016. № 22. 19 с.

10. **Eine** Empirische Untersuchung in der Bodenseeregion // ew: Elektrizitatswirt. 2017. 116, № 3. С. 20–25.

11. **Kampker A., Förstmann R., Ordung M., Haunreiter A.** Prototypen im agiilen Entwicklungsmanagement // ATZ: Automobiltechn. Z. 2016. 118, № 7–8. С. 72–77.

12. **Schütz T., Kluβmann S., Neuendorf R.** Automobile Aerodynamik im Jahr 2020 // ATZ: Automobiltechn. Z. 2016. 118, № 12. С. 54–58.

13. **Schnell U.** Raus aus dem Messraum, Rein in die Fertigung // Maschinenmarkt 2016, Прил. Produkt-Guide. С. 86–88.

14. **Wissmann M.** Aus dem Labor direkt auf die Straβe // AMZ: Auto, Mot., Zubehor. 2016. 104, № 7–8. С. 32–33.

15. **Nippold C., Henze R.** Prufstandsbasierte Vorbedatung von Lenksystemen// ATZ: Automobiltechn. Z. 2017. 119, № 1. С. 72–78.

Виктор Зубков: Перспективы экономического развития Курганской области во многом связаны с газификацией

16 мая 2017 г. в Сафакулевском районе Курганской области председатель Совета директоров ПАО "Газпром" В.А. Зубков провел совещание по вопросам развития газоснабжения, газификации и рынка газомоторного топлива

В работе совещания приняли участие Губернатор Курганской области А.Г. Кокорин, заместитель Председателя правления ПАО "Газпром" В.А. Голубев, член правления, начальник департамента В.А. Марков, руководители профильных подразделений и дочерних организаций "Газпрома", представители Правительства области.

На совещании был рассмотрен ход газификации региона. Отмечено, что в 2003–2016 г. "Газпром" направил на эти цели 4,5 млрд руб. Построено 28 межпоселковых газопроводов общей протяженностью 482,7 км. В результате уровень газификации региона значительно вырос – с 13 до 48 % (в среднем по России – 67,2 %).

В настоящее время "Газпром" продолжает пусконаладочные работы на межпоселковом газопроводе от газораспределительной станции (ГРС) "Введенское" до ТЭЦ-1 г. Кургана, ведет проектирование шести газопроводов – в Кетовском, Сафакулевском, Шадринском и Щучанском районах. Кроме того, компания планирует в этом году начать разработку проектно-сметной документации для сооружения еще четырех газопроводов – в Альменевском и Шумихинском районах.

В.А. Зубков, председатель Совета директоров ПАО "Газпром"

В то же время было отмечено, что Правительству Курганской области необходимо полностью выполнить свои обязательства по подготовке потребителей к приему газа. В настоящее время из 15,7 тыс. квартир и домовладений, которые должны были получить газ в 2011–2016 гг., подключены к сетевому газу 12,5 тыс. (79,6 %), подготовлены к приему газа 40 из 65 котельных (61,5 %).

Губернатор Курганской области Алексей Геннадьевич Кокорин принял участие в совещании по вопросам развития газоснабжения, газификации и рынка газомоторного топлива региона, состояния расчетов потребителей за поставленный газ. Дальнейшие перспективы газификации Курганской области связаны с реализацией программы развития газоснабжения и газификации региона на период до 2021 г. В соответствии с документом "Газпром" планирует построить 36 межпоселковых газопроводов, а также газопровод–отвод и ГРС. В свою очередь Правительство области должно обеспечить подготовку к приему газа 21,5 тыс. квартир и домовладений, а также 170 котельных. Объем инвестиций "Газпрома" по программе оценивается в 5,3 млрд руб.

Участники совещания обсудили совместную работу по расширению рынка газомоторного топлива в Курганской области. В настоящее время здесь действуют пять автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), четыре из них принадлежат "Газпрому": две станции в Кургане, по одной – в

А.Г. Кокорин, губернатор Курганской области

г. Шадринске и с. Песчано-Коледино. Уровень загрузки АГНКС "Газпрома" в регионе значительно выше, чем в среднем по стране. По предварительным данным, в 2016 г. он составил 68,5 %, в то время как общероссийский показатель равен 26 %.

"Газпром" продолжает строительство третьей АГНКС в Кургане. В планах компании – сооружение в регионе еще трех станций. В свою очередь Правительство Курганской области утвердило Подпрограмму "Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива на 2016–2020 гг.". Документ предусматривает перевод на газ до 38 % пассажирского автотранспорта региона к 2021 г.

На совещании также шла речь о необходимости укрепления платежной дисциплины потребителей Курганской области. Отмечено, что по состоянию на 1 мая 2017 г. объем их просроченной задолженности за газ превысил 1,5 млрд руб.

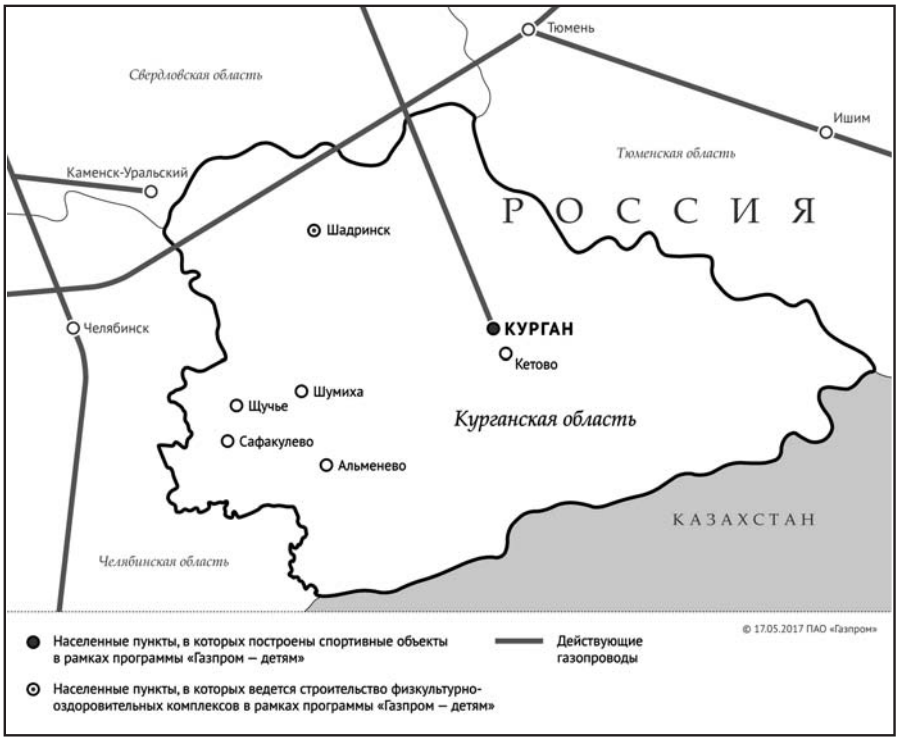


Схема магистральных газопроводов в Курганской области

"Перспективы экономического развития Курганской области во многом связаны с динамикой газификации региона, расширением рынка газомоторного топлива. Сегодня Газпром и Правительство области продолжают совместную работу в этих направлениях", – сказал Виктор Алексеевич Зубков.

Справка

Между "Газпромом" и Курганской областью действуют соглашения о сотрудничестве и о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива, Договор о газификации.

В рамках программы "Газпром – детям" в регионе построены многофункциональные спортивные площадки, здание с тремя теннисными кортами в г. Кургане. В настоящее время компания продолжает сооружение физкультурно-оздоровительного комплекса с универсальным залом и бассейном в г. Шадринске.

18-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА "СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ"

А.С. Савченко

Прошедшая с 30 мая по 3 июня 2017 г. в "Крокус-Экспо" 18-я Международная специализированная выставка "Строительная техника и технологии" (СТТ-2017) по словам ее организаторов, была вполне успешной, "демонстрируя стабильность в непростых рыночных условиях".

Что означают расплывчатые слова "вполне успешной"? Утверждается, что форум посетило более 20 тыс. профессиональных посетителей из 56 государств мира, которые смогли лицезреть 557 участников из 30 стран, что оказалось на 6,3 % больше по сравнению с прошлогодней СТТ-2016.

Утверждается, что нынешнее мероприятие "состоялось на фоне постепенно стабилизирующейся экономической ситуации и плавно растущего спроса на российском рынке строительной техники". Возможно, что это так и есть... Штефан Румель, исполнительный директор компании "Мессе Мюнхен", удовлетворен результатами: "Выставка, несмотря на все еще сложную экономическую ситуацию, снова подтвердила лидирующие позиции в России и странах СНГ. СТТ – это не только площадка для демонстрации техники, новинок и трендов рынка, но и отличная возможность для общения и сотрудничества профессионалов". Андреас Леттль, генеральный директор ООО "СТТ Экспо", настроен тоже оптимистично: "Количество посетителей и экспонентов на прошедшей выставке отражает доверие к бренду СТТ. Это наглядная демонстрация того факта, что мероприятие остается самым важным событием строительной отрасли на российском рынке".

Но, положа руку на сердце, скажем прямо: не приехали очень многие монстры рынка, не будем приводить их скорбный список. Политика вмешалась в экономику... Поэтому вкратце перечислим то, что имеем, вернее, самое интересное. Как говорится: чем богаты, тем и рады!

Новинки КАМАЗа

На своем стенде "КАМАЗ" представил потенциальным потребителям несколько интересных для отрасли экспонатов. Среди них – КАМАЗ-65802 с комфортабельной кабиной на четырехточечной подвеске, оснащенный 419-сильным двигателем Cummins ("Евро-5"). У автомобиля новая мощная рама и усиленные ведущие мосты, обогреваемая платформа из износостойкой стали, увеличенная грузоподъемность – до 24,8 т. Теми же преимуществами обладает и представленный в экспозиции КАМАЗ-6580, его грузоподъемность увеличена до 25,7 т. Также на выставке демонстрируется КАМАЗ-65801, который в отличие от своих "собратьев" имеет более мощный двигатель (450 л.с.) и грузоподъемность до 33 т.

КАМАЗ-65802 с комфортабельной кабиной на четырехточечной подвеске, оснащенный 419-сильным двигателем Cummins

Востребован в строительной отрасли и автобетоносмеситель 58147 Y на шасси КАМАЗ-6540 (8×4). Он предназначен для доставки готовой бетонной смеси потребителям с сохранением всех ее свойств в пути следования. Не менее полезным для строителей станет автомобиль-самосвал на шасси КАМАЗ-65115 с КМУ Palfinger INMAN IM150N, предназначенный для выполнения широкого спектра погрузочно-разгрузочных работ и перевозки различных сельскохозяйственных, сыпучих, пакетированных и строительных грузов. Использование автомобиля уменьшает до минимума ручной труд, сокращает количество занятых людей до одного человека, а также позволяет устанавливать грузы в труднодоступных местах и переносить их среди смонтированных конструкций.

Помимо этого "КАМАЗ" представил вниманию посетителей продукцию "НЕФАЗа", своего дочернего предприятия в Башкирии. Компания предлагает полуприцеп-самосвал НЕФАЗ-9509-30, который предназначен для перевозки сыпучих строительных и промышленных грузов.

Старый добрый "Урал"

Автозавод "Урал" показал полноприводные автомобили для строительной отрасли. Это седельный тягач NEXT со спальным местом и грузопассажирский бригадный "Урал NEXT" с двухрядной кабиной, самосвал "Урал-6370" с газовым двигателем и новый четырехосный автомобиль массой до 44 т с цементировочным агрегатом для обслуживания нефтепромысловых скважин.

Преимуществом автомобиля с цементировочным агрегатом является его колесная формула 8×8: равномерная и оптимальная нагрузка на мосты дает улучшенные показатели по проходимости и грузоподъемности. Допустимая нагрузка на два передних моста может достигать 18 т, нагрузка на мосты задней тележки – 26 т. Грузоподъемность нового шасси – до 30 т. Увеличенная до 8500 мм монтажная длина расширяет возможности для установки специальных тяжелых надстроек, в том числе строительных, крановых, нефтегазовых. Автомобиль оснащен двигателем ЯМЗ-653 мощностью 422 л.с. (310 кВт), 16-ступенчатой коробкой передач и двухступенчатой раздаткой. Кабина – бескапотная, со спальным местом с улучшенными параметрами эргономики, тепло- и шумоизоляции. Серийное производство планируется на 2018 г.

Самосвал увеличенной грузоподъемности "Урал-6370" (полная масса 33,5 т, грузоподъемность 18,5 т) с газовым двигателем, конвертированным из дизеля. В базовом дизельном варианте "Урал-6370" (6×6) производится с 2010 г., в топливной системе газовой версии машины используется сжатый метан. Самосвал оснащен 17 газовыми баллонами общим объемом 304 м^3, обеспечивающими запас хода до 610 км. Газовый двигатель в 420 л.с. (308 кВт) позволил сохранить тяговые и динамические параметры на уровне дизельных модификаций, а схема размещения газовых баллонов сохраняет параметры проходимости на уровне дизельного аналога. Большегрузный "Урал-6370 CNG" оснащен бескапотной кабиной повышенной комфортабельности, со спальным местом. Серийное производство планируется начать до конца 2017 г.

Большегрузный "Урал-6370 CNG" оснащен бескапотной кабиной повышенной комфортабельности, со спальным местом

Седельный тягач "Урал NEXT" с колесной формулой 6×6 оборудован комфортабельным спальным модулем с высокой крышей. Дополнительный каркас обеспечивает высокий уровень безопасности. Под нижней полкой имеется вместительный отсек для спальных принадлежностей и ручной клади; в верхней части спальной кабины выполнен люк. Полная масса прицепа – 28,7 т, максимальная нагрузка на седло – 12 т, максимальная масса автопоезда – 38 т.

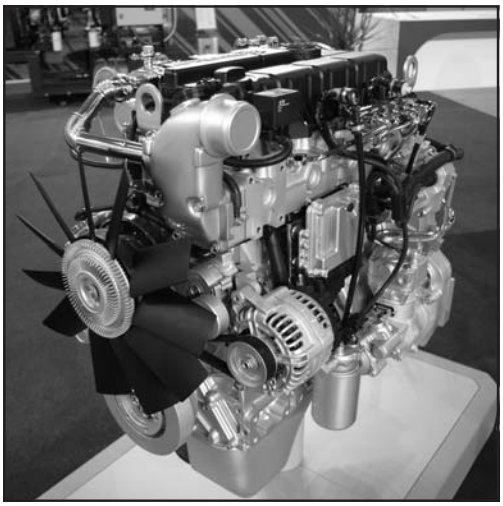
Бригадный автомобиль "Урал NEXT" (6×6) оснащен краном-манипулятором Palfinger PK 11.001 SLD, грузовой момент которой составляет 9 тм. Длина бортовой платформы автомобиля – 5 м. Преимущество грузопассажирского автомобиля – двухрядная кабина, которая обеспечивает возможность комфортной перевозки бригады из семи человек. Гарантия всю технику "Урал NEXT", составляет 24 мес. или 100 тыс. км пробега, межсервисный интервал – 15 тыс. км.

Автомобили "Урал" и спецтехника на их базе способны работать в условиях полного бездорожья и в тяжелого климата, им не страшны заболоченные участки, горные перевалы, глубокие снега и пески, броды до 0,7 м.

Автодизель из Ярославля

Ярославский моторный завод "Автодизель" "Группы ГАЗ" продемонстрировал автомобильные дизели с экологическими параметрами "Евро-5": ЯМЗ-53443 мощностью 150 л.с. для среднетоннажника "ГАЗон NEXT" и ЯМЗ-53613-10 мощностью 312 л.с., для большегруза "Урал NEXT".

Модификации двигателей с параметрами "Евро-5" ЯМЗ-53443 мощностью 150 л. с. (110 кВт) и крутящим моментом 493 Нм стали базой для раз-



Двигатель ЯМЗ-530 экостандарта "Евро-5"

Автокран ZMC-25 на шасси МАЗ-6312И3-429-001

вивающейся линейки среднетоннажных грузовиков "ГАЗон NEXT", спецтехники на их базе, предназначенной для широкого применения. Высокие экологические параметры двигателя обеспечиваются системой рециркуляции отработавших газов EGR (Exhaust Gas Recirculation).

Шестицилиндровые ЯМЗ-536 "Евро-5" с диапазоном мощности 230–330 л. с. (170–242 кВт), и крутящим моментом 900–1275 Нм также востребованы, прежде всего, в строительном комплексе. Достижение параметров "Евро-5" обеспечивает система нейтрализации отработавших газов SCR (Selective Catalytic Reduction).

"Группа ГАЗ" активно развивает удачное во всех отношениях семейство ЯМЗ-530 для дальнейшего расширения области применения.

Как дела у МАЗа?

Из новинок белорусского завода стоит отметить автокран ZMC-25 на шасси МАЗ-6312И3-429-001. Это первая модель, собранная на белорусско-китайском предприятии "МАЗ-Зумлион". Максимальная грузоподъемность – 25 т. Максимальный грузовой момент – 835 тм. Длина стрелы – от 105 до 33 м. Длина гуська – 9 м. Максимальная высота подъема груза – 32,7 м, с гуськом – 41,4 м. Высота подъема при максимальном вылете – 8,2 м. Глубина опускания – 11 м. Вылет максимальный – 30 м, минимальный – 2,5 м. Полная масса составляет 25,4 т. Габариты: длина – 12 000 мм, ширина – 2550 мм и высота 4000 мм.

Вторая новинка – автомобильный подъемник АГЛ-40-К на полноприводном шасси МАЗ-6317Х9-0000468 (6х6), с двигателем ЯМЗ-65853 мощностью 330 л. с. (242 кВт). Грузоподъемность подъемника – 350 кг. Рабочая высота подъема – 40 м. Максимальный вылет – 18 м. Время подъема люльки на наибольшую высоту – 180 с. Максимальная транспортная скорость составляет 60 км/ч. Полная масса – 23850 кг. Габариты: длина – 11 750 мм, ширина – 2500 мм и высота – 3985 мм. седельный тягач МАЗ-6432Н9.

Рядом стоял полноприводный седельный тягач МАЗ-6432Н9, предназначенный для работы в составе автопоездов полной массой до 65 т. Автомобиль оснащен турбонаддувным дизелем ЯМЗ-652 мощностью 412 л. с. и 12-ступенчатой коробкой передач 12JS200TA. Снаряженная масса тягача – 12 т. Максимальная скорость – 93 км/ч. Топливный бак вмещает 500 л.

Еще один интересный экспонат – самосвал МАЗ-6501Е9 с колесной формулой 6×4. Автомобиль укомплектован турбонаддувным дизелем Mercedes-Benz OM 501LAV "Евро-5", мощностью 435 л. с. (320 кВт) и автоматической коробкой Allison 4500. Полная масса самосвала – 33, 5 т. Грузоподъемность – 20, 5 т. Объем самосвальной платформы составляет 12,5 м^3. Максимальная скорость – 85 км/ч. Топливный бак вмещает 300 л.

На стенде Минского автозавода можно было увидеть и четырехосный самосвал МАЗ-6516С9, который оснащен двигателем ЯМЗ-653.10 мощностью 420 л.с. (308 кВт). И девятиступенчатой меха-

нической КП 9JS200TA. Допустимая полная масса автомобиля – 44,8 т, автопоезда – 65 т. Грузоподъемность автомобиля – 28, 5 т. Снаряженная масса – 16, 3 т. Объем кузова – 21 м^3 . На открытой площадке демонстрировался полуприцеп-тяжеловоз МАЗ-994900, который соответствует требованиям TIR. Масса перевозимого груза – 50 т. Снаряженная масса – 150 т. Полная масса полуприцепа – 65 т. Применена пневматическая подвеска колес BPW.

Легендарная TATRA

Компания TATRA показала два тяжелых самосвала серии PHOENIX с традиционным бескарданным приводом колес и хребтовой рамой. Первый – пятиосный самосвал серии PHOENIX с кузовом компании Porgest объемом 23,5 м^3. Грузоподъемность автомобиля составляет 37,5 т. Двигатель – PACCAR MX рабочим объемом 12 900 см^3 мощностью 510 л.с. (374 кВт). Он агрегатирован с автоматической коробкой передач Allison 4700.

Второй – самосвал TATRA PHOENIX с кузовом AMKAP объемом 20 м^3. Колесная формула 8×8. Полная масса машины составляет 50 т при грузо-

Пятиосный самосвал TATRA серии PHOENIX с кузовом объемом 23,5 м^3

подъемности 33 т. Двигатель – PACCAR MX рабочим объемом 12 900 см^3 мощностью 464 л.с. (340 кВт). Он агрегатирован с механической коробкой передач ZF 16S 2530 TO. Отметим, что самосвальный кузов был изготовлен компанией "Автомастер" из Набережных Челнов.

Следующая выставка пройдет в Москве с 5 по 8 июня 2018 г. под новым мудреным названием bauma CTT RUSSIA.

ПОТРЕБИТЕЛЯМ ГАЗОМОТОРНОЙ ТЕХНИКИ НЕ ХВАТАЕТ АГНКС

В.В. Штанов

В 2015 г. в России было продано 3172 автомобиля, работающие на сжатом метане – компримированном природном газе (КПГ), что почти на 40 % больше, чем годом ранее, подсчитали в "Газпроме". Еще около 5000 транспортных средств было переоборудовано под использование этого топлива.

Совокупно в стране эксплуатируется около 120 тыс. автомобилей, работающих на КПГ. (По данным "АВТОСТАТА", всего в России на 1 января 2017 г. зарегистрировано более 40 млн легковых автомобилей, 4 млн шт. LCV и 4 млн грузовиков.) Ключевые потребители автомобилей на КПГ – пассажирские транспортные компании, городские коммунальные службы.

"Использование газомоторной техники позволяет сократить расходы на топливо, – говорит представитель "Газпром газомоторное топливо" (единый оператор "Газпрома" по развитию рынка газомоторного топлива), – стоимость КПГ в 2–3 раза ниже цен на бензин и дизельное топливо – 12 руб. за 1 м^3. А из-за "вы-

DPD брала на тест автомобили, работающие на газе

соких экологических свойств газомоторного топлива" у автомобилей увеличивается межсервисный период, – добавляет он. Но уровень потребления КПГ в России по-прежнему "остается крайне низким – лишь 0,5 % от всех видов моторных топлив (см. график), а средняя загрузка автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) составляет около 25 %, отмечает "Газпром". По числу

потребителей газомоторного топлива Россия находится на 20-м месте в мире, хотя лидирует по запасам природного газа", – сожалеет представитель "Газпром газомоторное топливо".

"К сожалению, ни Москва, ни тем более регионы еще не готовы к массовому использованию автомобилей на газомоторном топливе, даже несмотря на то, что вид топлива перспективен по сравнению с электричеством или водородом", – считает начальник отдела логистических операций DPD в России Дмитрий Воеводин. DPD брала на тест автомобили (Iveco и VW), работающие на метане, рассказывает Воеводин: "Первое, с чем приходится сталкиваться, – это высокая стоимость автомобилей с заводским оборудованием, поэтому значительной экономии от эксплуатации получить не удастся. Вторая проблема – это сервисное обслуживание в дилерских центрах и гарантийный сервис". Но самым проблемным фактором, по его словам, стал дефицит заправочных станций.

"Мешает отсутствие достаточного количества заправочных станций для данных транспортных средств", – соглашается с ним гендиректор "Авто-ПЭК" (транспортный парк логистической компании ПЭК) Дмитрий Иевлев. Эту проблему усложняет то, что "объем топливных баков таких автомобилей вмещает топливо, которого хватает только на малые расстояния", добавляет он.

"АГНКС должны открываться по всей стране. Тогда, например, станет экономически выгодно использовать метановые автобусы на междугородных маршрутах дальнего следования, – говорит представитель Volgabus (производитель автобусов). – С другой стороны, энергетики думают о рентабельности и считают нецелесообразным строить АГНКС, пока в регионе не появится большое количество газомоторного транспорта".

"Сейчас в России более 270 АГНКС, 213 из них – в управлении ПАО "Газпром". В 2016 г. газовый концерн построил еще 35 станций и реконструировал четыре, рассчитывая, что это увеличит продажи газа через сеть АГНКС "Газпрома" на 11 % до 480 млн м^3. К концу 2018 г. компания планирует расширить свою сеть до 470 станций, а параллельно договаривается с операторами традиционной топливной розницы об оборудовании их АЗС блоками для заправки транспорта КПГ", – говорит представитель "Газпром газомоторное топливо".

Потребление было бы выше, если бы не дороговизна газомоторного транспорта, считает "Газпром". По мнению концерна, для дальнейшего развития рынка необходимо расширение газомоторного автопарка на 15 000–20 000 ед. автотехники в год и повышение ее доступности для потребителя. Сам "Газпром" закупил в 2016 г. 1459 1 ед. газобаллонной техники на сумму более 6 млрд руб. В обозримой перспективе концерн останется основным потребителем таких транспортных средств в России, собираясь приобрести еще более 22 000 шт.

Российское правительство стимулирует рынок этой техники за счет субсидий: в 2016 г. на госпрограмму стимулирования спроса на автобусы и технику для жилищно-коммунального хозяйства, работающих на КПГ, как и в 2015 г., было выделено 3 млрд руб. субсидий.

Основные российские производители газомоторной техники – "Группа ГАЗ", КАМАЗ, Volgabus. Мощность производства газомоторной техники на "КАМАЗе" – 8000 ед. в год. Volgabus, по словам ее представителя, выпустила в 2015 г. 180 автобусов, работающих на газомоторном топливе, а в 2016 г. – 300 шт. Представитель "Группы ГАЗ" размеры производства газомоторной техники не называет и лишь подчеркивает, что "компания является крупнейшим в России производителем коммерческих автомобилей и автобусов всех классов и назначений, работающих на сжатом природном газе".

Чтобы увеличить производство газомоторной техники в России, "необходимо решить вопрос по синхронизации развития дорожной инфраструктуры и увеличению парка автотранспорта на природном газе, в первую очередь автобусного и коммунального транспорта", считает представитель "Группы ГАЗ". Необходимы также долгосрочные программы стимулирования рынка: в частности, для потребителей серьезным стимулом могла бы стать комплексная трехлетняя программа субсидирования обновления газомоторного автопарка, продолжает он. Кроме того, по его мнению, необходимо индексировать размер субсидий и расширять модельный ряд техники, участвующей в программах.

Иностранные компании тоже предлагают в России газомоторную технику, но налаживать ее выпуск в нашей стране не спешат. Несмотря на наличие у Scania производственных мощностей в Санкт-Петербурге, а также очевидные антикризисные преимущества газовой техники, связанные с сокращением затрат на топливо и обслуживание, для разворачивания линии в России есть целый ряд сдерживающих факторов, ключевым из которых является отсутствие сформированного спроса на газомоторные транспортные средства.

По прогнозу российского правительства, к 2020 г. российский рынок КПГ (в качестве моторного топлива) составит 1,26 млрд м^3 в год, а количество заправок – 743 шт.

HYUNDAI SANTA FE – СЕМЕЙНЫЙ КРОССОВЕР

А.М. Тыртычный

В апреле 2017 г. в поисках автомобиля, наиболее подходящего для молодой семьи, я зашел в один из автосалонов Москвы – официального дилера Hyundai, не буду называть какого именно, так как данная статья не носит цели рекламы или антирекламы автодилеров. Изучив представленные в шоу-руме автомобили и их технические характеристики (посредством смартфона, подключенного к сети Интернет, при помощи которого зашел на официальный сайт Hyundai), остановился на модели Santa Fe.

Hyundai Santa Fe? Отвечаю: автомобиль по своим потребительским характеристикам как нельзя лучше подходит на роль семейного транспорта. Интересный и приятный внешний вид интригует и приглашает заглянуть в салон.

Осмотрев приборную панель, находишь ее приятной и удобной для управления необходимым функционалом водителя. Сиденье водителя для человека средней комплекции вполне удобно. Электрорегулировки сиденья и рулевого колеса (в двух направлениях), быстро позволяют занять комфортное положение. Обзорность автомобиля хорошая, но об этом ниже, восприятие автомобиля в автосалоне заметно отличается от восприятия на улице. Справа от водителя расположен большой и удобный подлокотник, перед которым расположены два в меру глубоких подстаканника, в которые очень удобно ложится... телефон. Да, на время осмотра, да и последующего тест-драйва, он очень удобно располагался под рукой, что позволило не забыть его в машине. Для разговоров по телефону Santa Fe оборудован системой "хэндс фри", на руль вынесены кнопки начала и завершения вызова.

Справа от водителя расположен блок управления стеклоподъемниками, причем все четыре оборудованы режимом "авто", и управлением наружными зеркалами. На рулевой колонке удобно расположена кнопка обогрева рулевого колеса. Ее зимой постоянно активируешь, садясь в автомобиль и грея замерзшие руки о баранку. В общем, весь необходимый водителю функционал удобно расположен под рукой. Вопрос только в электроручнике, он включается кнопкой, расположенной у селектора КП – насколько это удобно? Ответить сложно, к тому же в автомобиле с "автоматом" ручником пользуешься нечасто.

Пересядем на задние сиденья. Здесь стоит отметить, что места хватает, посадка свободна, а спинки регулируются по углу. Если мерить вместимость задних кресел обывательски, то можно сказать, что два ребенка в детских креслах и один взрослый человек, среднего телосложения, без проблем там разместятся, взрослому тесно не будет. Конечно, мнение субъективно, так как возможности примерить детские кресла не было. Хотя предоставление такой возможности клиентам для оценки потребительских качеств автомобиля оценили бы по достоинству.

Теперь уделим внимание багажнику. В технических характеристиках указано, что объем его составляет 585 л. Много это или мало? При открытии крышки понимаешь, что вполне достаточно для семейных поездок: сумки с одеждой и продуктами, детской коляской и/или самокатом там поместятся, плюс под ковриком есть два отсека для мелочей. Кстати, в Grand Hyundai Santa Fe багажник больше. При сложенных задних сиденьях в багажнике с

Справа от водителя расположен большой и удобный подлокотник, перед которым расположены два в меру глубоких подстаканника, в которые хорошо ложится ... телефон

Объем багажника составляет 585 л

комфортом поедет холодильник, но только в том случае, если детские автокресла оставить дома.

Маршрут тест-драйва проходил по Варшавскому шоссе, где автомобилем управлял менеджер автосалона, затем на Проектируемом проезде мы меняемся местами, далее по Криворожской улице на Нагорную, и по ней на обратно на Варшавку. Маршрут был мне знаком, по этим улицам часто ездил и могу назвать его очень хорошим для определения характеристик автомобиля. Тест-драйв проводился на машине с дизелем рабочим объемом 2,2 л и мощностью 200 л.с.

Выехав на Варшавское шоссе, вклинились в поток. Несмотря на воскресное утро, машин на дороге было много. Средняя скорость на данном участке на тот момент была равна 80 км/ч. Пока находился на пассажирском месте, отметил хорошую работу климат-контроля, поток воздуха не чувствовался, однако температура воздуха быстро достигла комфортной температуры, державшейся на протяжении всего тест-драйва. Вскоре поменялись местами. При помощи электрорегулировок сиденья и регулируемого в двух плоскостях руля, быстро устроился на водительском месте. Перевел селектор в решим драйва и, подавляя в себе желание испытать динамику автомобиля при ускорении, которое упорно преследовало меня, выехал на шоссе. На первом светофоре опробовал тормоза. Машина хорошо и плавно тормозит, при резком нажатии на педаль, близком к экстренному торможению, мгновенно осаживается и стремится к полной остановке. Тормоза прочувствовал быстро и на всем протяжении пути тормозил как надо.

Скажу пару слов об обзорности. Она отличная, позволяет полностью ощущать пространство вокруг автомобиля во время движения. Однако при плотных разъездах нужно внимательно контролировать зоны в районе передних стоек, а при парковке лучше пользоваться парктроником. То, что творится перед задним бампером в заднее окно видно плохо, так что необходимы средства помощи. Кстати, тестируемый экземпляр оборудован системой контроля слепых зон, который на Варшавке периодически давал о себе знать, предупреждая о машине в слепой и не очень слепой зонах. Очень интересно, как он будет себя вести в хорошей пробке, которой в мегаполисе никого не удивишь, а удивишь скорее ее отсутствием в будний день?

Тем временем подъезжаем к "лежачим полицейским". Первого проезжаю плавно, второго с ускорением, в обоих случаях подвеска отрабатывает хорошо, неровность чувствуется в необходимой для водителя степени. После этого делаю "кикдаун" и машина быстро ускоряется до 70 км/ч, в данном месте ограничение 60 км/ч, поэтому скорость дальше решил не увеличивать.

Хочу отметить, что показания приборов считывать удобно, при этом не отвлекаешься от дороги. Перед нами резкий поворот, быстро осаживаю автомобиль, рулем задаю Santa Fe направление движения и нажимаю на газ. Машина тут же ускоряется, вворачиваясь в поворот, и также легко выходит из поворота, после чего входит в следующий менее резкий поворот налево, который также ювелирно отрабатывается. В этих двух местах Hyundai Santa Fe рассказала о себе то, что о ней хотелось узнать: хорошо настроенное рулевое управление с отличной обратной связью. Следует напомнить, что мы едем не на машине для стритрейсинга, а на большом кроссовере с высоким центром тяжести.

Отметим хорошую и слаженную работу двигателя и коробки передач, позволяющую при необходимости вовремя ускориться с необходимой интенсивностью. Ускорение происходит без опозданий, что позволило войти в крутой поворот. При отработке поворота не было никаких кренов и заваливаний. И, конечно же, отметим четкое рулевое управление, без которого интенсивное прохождение поворотов заставило бы понервничать.

Свернув на Варшавку и вспомнив, что еду на большом кроссовере, развив необходимую скорость, чтобы не мешать потоку, насладился последними метрами свидания с "сантой". Да, особенно хорошо понимаешь эту машину, когда едешь на ней с размеренной скоростью. Хорошая обзорность и приятный салон автомобиля позволяет расслабиться до разумного предела, чтобы не терять контроль за дорогой. При необходимости автомобиль позволит быстро ускориться, сманеврировать и остановиться где надо.

СПРОС НА ГОЛУБОЕ ТОПЛИВО БУДЕТ РАСТИ

Евросоюз продолжает оставаться вторым после США газовым рынком в мире. И после беспрецедентного обвала спроса, который наблюдался здесь в 2010–2014 гг., можно констатировать тенденции к восстановлению позиций газа в Европе.

На вопросы журнала отвечает генеральный директор ООО "Газпром экспорт" Е.В. Бурмистрова.

– Елена Викторовна, какие тенденции на мировых рынках газа вы могли бы сегодня выделить?

– Сегодня мы являемся свидетелями масштабных изменений на мировых рынках энергоносителей, усиления конкуренции и глобализации торговли. На фоне принятия амбициозных экологических целей газовая отрасль ищет ориентиры для дальнейшего развития. Вопросы о месте природного газа в энергобалансе, источниках его поставок и масштабах будущего спроса – предмет горячих дискуссий, призывов переосмыслить традиционные бизнес-модели и обратить внимание на новые продукты и новых поставщиков. Мы убеждены: на все вопросы, звучащие из уст политиков и со страниц газет, европейский рынок уже ответил своим выбором.

Е.В. Бурмистрова, генеральный директор ООО "Газпром экспорт"

– Этот выбор выражается в наращивании поставок российского газа в Европу?

– Именно так. 2016 г. стал рекордным для нашей компании – в страны дальнего зарубежья через "Газпром экспорт" было реализовано 178,3 млрд м^3 газа. Каждый из последних четырех месяцев – с октября по январь – ознаменовался новыми рекордами наших поставок в дальнее зарубежье. И начало нынешнего года дает нам поводы для оптимизма: с 1 января по 14 февраля 2017 г. мы экспортировали в страны дальнего зарубежья почти на четверть больше газа, чем в аналогичный период прошлого, рекордного года.

В январе суточные поставки на экспорт достигли рекордного значения 636,4 млн м^3. Это больше, чем суточная потребность в энергии всех европейских домохозяйств.

Все это – лучшее свидетельство того, что даже при появлении новых альтернатив наш газ остается самым конкурентоспособным и востребованным для Европы.

В 2016 г. мы уверенно сохранили статус крупнейшего экспортера газа на европейский рынок, поставив почти в полтора раза больше, чем наш ближайший конкурент – Норвегия.

И хотя мы часто слышим, что российского газа в Европе слишком много, что зависимость европейских потребителей от российских поставок чрезмерна и что в новых объемах газа нет необходимости, спрос на голубое топливо "Газпрома" на европейских рынках тем не менее растет.

– Составляют ли конкуренцию нашему газу возможные поставки в Европу сжиженного природного газа (СПГ) из других стран мира?

– Поставки в Европу первого сжиженного газа из США, безусловно, стали своего рода знаковым событием. Однако способен ли СПГ вытеснить российский трубопроводный газ и стать панацеей для Европы? Давайте опять обратимся к рыночным реалиям. Сжиженный газ обладает рядом безусловных преимуществ, позволяя оперативно перенаправлять поставки, не ограничиваясь системой трубопроводов.

Но эта гибкость имеет и другую сторону: СПГ всегда идет туда, где его выгоднее продать. Кроме того, доставлять сжиженный газ, например, из США, регазифицировать и распределять – само по себе недешево. И эти поставки гораздо менее предсказуемы, чем поставки по трубопроводам. Поэтому в условиях низких цен триумфального появления больших объемов СПГ в Европе не произошло. Поставки из США пока ограничились несколькими партиями. Сейчас приемные терминалы сжиженного газа на континенте загружены едва ли на четверть. Более того, импорт СПГ Европой в 2016 г. вырос по сравнению с предыдущим годом лишь на символические 0,1 %, тогда как поставки

"Газпром экспорта" выросли на 12,4 %.

Само производство сжиженного газа серьезно зависит от глобальной ценовой конъюнктуры. Поэтому в минувшем году в мире было принято лишь одно инвестиционное решение по строительству завода СПГ. Остальные проекты были отложены. Можно ли будет полагаться на эти поставки для обеспечения долгосрочного роста спроса – вопрос к рынку.

– Как Вы оцениваете долгосрочные перспективы газовых рынков?

– Мы уверены, что спрос на газ в долгосрочной перспективе будет расти. Хотя сегодня многие пытаются переосмыслить роль природного газа в европейской энергетике, реальность такова, что собственная добыча в Европе падает, а потребление газа – увеличивается. Основным драйвером европейского спроса на газ сейчас является электрогенерация. Отмечу, что если потребление газа в Европе в 2016 г. выросло почти на 5 %, то потребление голубого топлива в генерации – на 8,4 %. Стимулы для роста спроса на газ в этом сегменте – как конкурентоспособность самого газа, так и продолжающийся вывод из эксплуатации угольных и атомных электростанций, а также изменение регулирования. Кроме того, во всей Европе растет интерес к использованию природного газа в качестве топлива для транспорта, в особенности к СПГ в качестве судового топлива и топлива для грузовиков. Согласно прогнозам мировых энергетических агентств, благодаря таким новым точкам роста, как электрогенерация и транспорт, Европе к 2025 г. дополнительно к нынешнему уровню потребления может понадобиться порядка 45 млрд м^3 газа.

В последние десятилетия мы наблюдали трансформацию европейских рынков газа и масштабный рост доли возобновляемой энергетики в энергобалансе. Но притом что в последние годы рост общего потребления энергии в Европе был довольно умеренным (а по сравнению с 1990 г. оно даже сократилось), доля природного газа не изменилась, тогда как потребление нефти и нефтепродуктов, угля, атомной энергии снизилось, уступив позиции возобновляемой энергетике.

При этом энергетическая система, целиком основывающаяся на возобновляемых источниках энергии, с одной стороны, не отвечает критерию безопасности поставок, а с другой – обходится очень дорого. Поэтому природный газ, будучи чистым, надежным и доступным источником энергии, может сыграть огромную роль. Природный газ и возобновляемые источники энергии должны выступать не в качестве конкурентов, а в качестве партнеров.

Перспективы долгосрочного роста спроса на импортный газ – это вызов с точки зрения энергобезопасности. Для того чтобы обеспечить рост потребления завтра, масштабные инвестиционные решения должны быть приняты уже сегодня.

Именно это служит нам стимулом к инвестированию в новые месторождения и газопроводы. В Европе сегодня часто звучат критические замечания в адрес наших новых проектов. Нас обвиняют в желании привязать Европу к "Газпрому", усилить зависимость от поставок российского газа. Но, во-первых, эта зависимость – взаимна. Окупаемость наших многомиллиардных вложений в добычу и транспортировку газа зависит от будущего спроса.

Поэтому, участвуя в таких проектах, мы зависим от Европы не меньше и чрезмерной зависимости не опасаемся. Во-вторых, именно "Газпром" сегодня – компания, которая больше, чем кто бы то ни было, инвестирует в обеспечение будущей энергобезопасности европейского континента.

Так, наш новый проект "Северный поток – 2" обеспечит надежные поставки газа в Европу по конкурентным ценам от крупнейшей в мире ресурсной базы на севере России по прямому пути, который в полтора раза короче существующего маршрута через Украину. Для укрепления надежности поставок голубого топлива на юг Европы мы работаем над проектом "Турецкий поток". А благодаря растущей взаимосвязанности европейских рынков новые объемы газа, которые будут поставляться по этим маршрутам, пойдут на пользу снабжению всего континента.

За нашими поставками – крупнейшая в мире ресурсная база в объеме свыше 36 трлн м^3, восполнение запасов которой уже на протяжении 11 лет превышает объемы добычи. Наши текущие добычные мощности позволяют с легкостью удвоить наш экспорт в Европу, если на рынке возникнет такая потребность. Обеспечить это позволяют разветвленная система газопроводов и мощных подземных хранилищ газа (ПХГ), расположенных на ключевых экспортных направлениях. За почти полвека сотрудничества мы вместе с европейскими партнерами не только физически создали инфраструктуру для поставок газа, но и сформировали саму архитектуру европейского газового рынка, предлагая новые механизмы торговли, адаптируя и совершенствуя свою контрактную модель под нужды клиентов.

– Часть западного общества ставит под сомнение коммерческую целесообразность реализации проекта "Северный поток – 2". Как Вы к этому относитесь?

– Сегодня мы действительно часто слышим, что Европа и так сталкивается с избытком газа и что новые транспортные коридоры Европе не нужны. Отметим, что Северо-Западная Европа сейчас обладает, пожалуй, самыми диверсифицированными в мире каналами поставок газа: это и регазификационные терминалы, и широкая сеть интерконнекторов и магистральных газопроводов, и наличие собственных месторождений. При этом терминалы для приема СПГ в Европе сейчас загружены едва ли на четверть, а вот поставки по экспортным контрактам "Газпрома" идут на максимуме возможностей газотранспортной инфраструктуры. И именно страны Северо-Запада Европы продемонстрировали в прошлом году впечатляющий рост импорта газа из России. Активный рост спроса на газ здесь происходит на фоне падения собственной добычи газа по мере истощения месторождений Северного моря, что увеличивает необходимость в дополнительных поставках в этот регион. Вот почему мы считаем реализацию проекта "Северный поток – 2" необходимой и коммерчески оправданной.

– Но параллельно с укреплением позиций в Европе вы намерены активнее заниматься диверсификацией бизнеса и направлений экспорта российского газа?

– В рамках стратегии диверсификации бизнеса приоритетным для нас остается Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР). Страны АТР обладают большим потенциалом роста потребления газа. Способствует этому не только сокращение собственной добычи в отдельных странах, но и то, что газ является отличным инструментом решения экологических проблем.

Азиатско-Тихоокеанский регион уже сейчас – ключевой рынок сбыта для нашего СПГ. В скором времени мы планируем доставлять газ в Азию и по трубопроводам. Здесь, естественно, нашим главным партнером является Китай. В прошлом году китайский рынок продемонстрировал стабильный рост, общий объем потребления превысил 205 млрд м^3. При этом темпы роста потребления существенно опережают темпы расширения внутренней добычи, поэтому можно ожидать дальнейшего увеличения доли импортных поставок.

Строительство магистрального газопровода "Сила Сибири" идет в соответствии с графиком. По проекту поставок газа в Китай по "западному" маршруту "Газпром" продолжает переговоры. Прорабатывается и еще один проект – поставка газа в Китай по трубопроводу с Дальнего Востока России.

Китайская экономика сейчас переживает ряд существенных перемен, адаптируется к новой реальности, что, безусловно, сказывается и на изменении спроса на природный газ. Кроме того, китайская газовая промышленность также находится в фазе реформ. Эти факторы добавляют некоторую неопределенность. Тем не менее, мы по-прежнему уверены, что наши проекты выгодны и России, и Китаю.

Беседу вел Денис Кириллов

"Газпром" и Shell подписали два соглашения по "Балтийскому СПГ"

3 июня 2017 г. в рамках Петербургского международного экономического форума Председатель правления ПАО "Газпром" А.Б. Миллер и исполнительный директор Royal Dutch Shell plc Бен ван Берден подписали основные условия соглашения о совместном предприятии.

Председатель правления ПАО "Газпром" А. Б. Миллер и исполнительный директор Royal Dutch Shell plc Бен ван Берден подписали основные условия соглашения о совместном предприятии

В документе определены принципы функционирования совместного предприятия, которое будет осуществлять работы по проектированию, привлечению финансирования, строительству и эксплуатации завода по производству СПГ в Ленинградской области. На основе этих принципов "Газпром" и Shell продолжат дальнейшую работу по реализации проекта "Балтийский СПГ".

Стороны также заключили Рамочное соглашение о совместных технико-экономических исследованиях по проекту "Балтийский СПГ". Подписание данного документа позволит компаниям уже в ближайшее время приступить к разработке предпроектной документации по проекту.

Royal Dutch Shell plc – холдинговая компания британо-нидерландского нефтегазового концерна Shell, занимающегося добычей, переработкой и маркетингом углеводородов более чем в 90 странах.

"Газпром" и Shell совместно участвуют в проекте "Сахалин-2", в рамках которого работает единственный в России завод по производству СПГ. Оператор "Сахалина-2" – Sakhalin Energy Investment Company Ltd. ("Газпром" – 50 % плюс одна акция, Shell – 27,5 % минус одна акция, Mitsui – 12,5 %, Mitsubishi – 10 %). В 2015 г. "Газпром" и Shell подписали Меморандум по реализации проекта строительства третьей технологической линии завода СПГ, а также Соглашение о стратегическом сотрудничестве, предусматривающее возможности расширения портфеля совместных проектов, включая возможный обмен активами. В 2016 г. завод произвел более 10,9 млн т СПГ, превысив проектную мощность более, чем на 1,3 млн т.

Схема расположения завода "Балтийский СПГ"

В июне 2016 г. "Газпром" и Shell подписали Меморандум о взаимопонимании по проекту "Балтийский СПГ", в соответствии с которым стороны изучат перспективы взаимодействия в рамках проекта.

Проект "Балтийский СПГ" предполагает строительство завода по производству СПГ мощностью 10 млн т в год в порту Усть-Луга Ленинградской обл.

"Агромашхолдинг" участвует в реализации госпрограммы по внедрению газомоторной техники

23 июня 2017 г. в Ставрополе состоялось заседание Рабочей группы по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам развития ТЭК. Производителей российских тракторов, использующих в качестве топлива компримированный природный газ метан, на заседании представлял заместитель исполнительного директора по взаимодействию с органами власти компании "Агромашхолдинг" Тамерлан Казаков.

На заседании под председательством заместителя директора Департамента переработки нефти и газа Министерства энергетики России Максима Лобанова были рассмотрены текущие статусы проектов по строительству объектов газозаправочной инфраструктуры, запланированных к вводу в 2017 г., ход исполнения программ по развитию рынка газомоторного топлива, другие вопросы.

Было отмечено, что в 2016 г. объем реализации в России компримированного природного газа достиг 535 млн м^3 – это на 32,2 % больше, чем в 2013 г. Однако уровень загрузки автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) составил лишь 26 %. В 2017 г. запланирован ввод в эксплуатацию 46 объектов газозаправочной инфраструктуры.

Региональные программы по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива утверждены в девяти субъектах страны: республиках Дагестан, Северная Осетия-Алания, Крым, Кабардино-Балкария, Ингушетия; Краснодарском и Ставропольском краях, Астраханской и Волгоградской областях. Проекты программ разработаны в Калмыкии и Чеченской Республике.

Создание в регионах полноценной газозаправочной инфраструктуры – одно из важнейших направлений Государственной программы Российской Федерации по внедрению газомоторной техники, рассчитанной на 2015–2020 гг. В ее реализации активно участвует и "Агромашхолдинг" – сервисно-сбытовая компания Концерна "Тракторные заводы". На сегодняшний день концерн – единственный в России производитель отечественных газомоторных колесных тракторов серии АГРОМАШ МЕТАН мощностью от 30 до 85 л.с.

Тамерлан Казаков, зам. исполнительного директора "Агромашхолдинга"

"Между компанией "Газпром газомоторное топливо" и Концерном "Тракторные заводы" заключено Соглашение о сотрудничестве в области использования природного газа в качестве моторного топлива, – сообщил Тамерлан Казаков. – В рамках партнерства организован ежеквартальный обмен информацией о поставках газомоторной техники АГРОМАШ и о планах ООО "Газпром газомоторное топливо" по строительству газозаправочной инфраструктуры на территории России. Мы периодически информируем Рабочую группу по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам развития ТЭК о поставках тракторов в регионы, перспективах выпуска газомоторных машин, разработке новых модификаций".

Согласованные действия с участниками реализации госпрограммы по внедрению газомоторной техники приносят реальные результаты. Газомоторные тракторы АГРОМАШ МЕТАН уже работают во Владимирской, Тюменской и Воронежской обл., Мордовии и Чувашии, многих других российских регионах. Эксплуатируются они также в Румынии. Экономичная и эколо-

гичная техника становится все более востребованной именно там, где создается разветвленная сеть АГНКС. Особенной популярностью инновационные машины пользуются в ЖКХ, АПК, строительной, топливно-энергетической и других отраслях. Примечательно, что активно используются они для выполнения работ в закрытых помещениях: в заводских корпусах, на складах, в хранилищах, теплицах. Почему – понятно: в сравнении с моторами на бензине или дизеле газовые двигатели почти не имеют вредных выбросов, к тому же малошумные.

"Агромашхолдинг" не просто активизирует поставку газомоторных тракторов в регионы, – сказал Тамерлан Казаков. – Во Владимире, где на заводах инновационных продуктов и моторо-тракторном разрабатываются и изготавливаются газовые двигатели, а также на саранском предприятии "САРЭКС", выпускающем колесные машины линейки АГРОМАШ МЕТАН, наша компания проводит серию обучающих семинаров. На них механизаторы, сервисные специалисты изучают особенности эксплуатации и технического обслуживания газомоторных тракторов. Мы поставили задачу в ближайшие два года охватить таким обучением представителей всех более чем шестидесяти региональных сервисных центров по обслуживанию техники АГРОМАШ".

Пресс-служба "Агромашхолдинга"

Поставкам российского газа в Европу – 50 лет

Прошло полвека с того момента, как природный газ начал поступать из Советского Союза по первому экспортному магистральному газопроводу "Братство" в Чехословакию.

Контракт на строительство газопровода "Братство" был заключен в декабре 1964 г., и уже через два с половиной года первый газ начал поступать в Чехословакию. За второе полугодие 1967 г. объем поставок природного газа в страну составил 265 млн м^3 и с тех пор непрерывно рос. Рубеж в 10 млрд м^3 был преодолен в 1984 г., а к моменту разделения страны на Чехию и Словакию в 1993 г. годовой объем экспорта природного газа из России достиг почти 14 млрд м^3.

За прошедшие полвека объемы и география поставок российского газа многократно расширились. В 1980 г. в страны Европы было экспортировано свыше 50 млрд м^3 газа, а в 1989 г. – уже 100 млрд м^3. В прошлом году объем поставок "Газпром экспорта" в страны дальнего зарубежья составил 178,3 млрд м^3. Всего за полувековую историю он достиг более 4,5 трлн м^3. Сегодня ПАО "Газпром" поставляет природный газ более чем в 20 стран Европы и расширяет свое присутствие в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Газопровод "Братство", первый советский экспортный газопровод, сегодня является частью Центрального газотранспортного коридора "Уренгой–Помары–Ужгород". Для поставки в страны Западной Европы "Газпром экспорт" также использует более современные газотранспортные коридоры – газопровод "Ямал-Европа" и "Северный поток".

Газпром продолжает работу по обеспечению надежности поставок природного газа в страны Европы, прокладывая новые маршруты и оптимизируя транспортные издержки. Северный газотранспортный коридор, реализуемый в настоящее время, включает высокоэффективные наземные и морские газопроводы нового поколения. Расчетные затраты на доставку газа в Европу по Северному коридору через "Северный поток-2" будут до двух раз ниже, чем по существующему Центральному коридору, а расходы газа на самообеспечение трубопровода – и, соответственно, выбросы углекислого газа – до 6 раз ниже.

Несмотря на все геополитические изменения, произошедшие за эти 50 лет, Газпром остается надежным поставщиком важнейшего природного ресурса для своих партнёров в странах Европы и во всем мире.

12 лет подряд прирост запасов газа "Газпрома" превышает объем добычи

19 мая 2017 г. в Москве, в преддверии годового Общего собрания акционеров, состоялась пресс-конференция "Развитие минерально-сырьевой базы. Добыча газа. Развитие ГТС".

В мероприятии приняли участие заместитель Председателя правления В.А. Маркелов; члены Правления, начальники департаментов: О.Е. Аксютин, В.А. Михаленко и В.В. Черепанов; заместитель начальника департамента – начальник управления Ю.В. Лебедев.

На пресс-конференции (справа налево): О.Е. Аксютин, В.В. Черепанов, В.А. Маркелов, В.А. Михаленко, Ю.В. Лебедев и А.С. Черных

Было отмечено, что "Газпром" уже двенадцатый год подряд обеспечивает превышение прироста запасов природного газа над добычей. В 2016 г., по результатам геологоразведочных работ на территории России, он составил 457,4 млрд м^3, объем добычи – 419,1 млрд м^3 газа. Компания обладает крупнейшими в мире разведанными запасами газа (категорий А + В1 + С1) – к началу 2017 г. они достигли 36,4 трлн м^3.

"Газпром" последовательно развивает новый центр газодобычи на полуострове Ямал. Добыча на крупнейшем месторождении полуострова – Бованенковском – по итогам 2016 г. увеличена по сравнению с 2015 г. на 5,5 млрд м^3 – до 67,4 млрд м^3.

Активно ведется реализация стратегически важных газотранспортных проектов. В частности, расширение северного газотранспортного коридора: в январе 2017 года введен в эксплуатацию газопровод "Бованенково – Ухта – 2", продолжается сооружение газопровода "Ухта – Торжок – 2". С опережением графика идет строительство газопровода "Сила Сибири" на Востоке России – сварено уже более 1000 км линейной части газопровода.

Бованенковское месторождение

На пресс-конференции также были рассмотрены другие вопросы производственной деятельности компании.